OPERE

DI

ERNESTO HAECKEL

Professore all'Università di Jena.

—— III. ——

ANTROPOGENIA

O

STORIA DELL'EVOLUZIONE UMANA

(Storia embriologica e genealogica)

PRIMA TRADUZIONE ITALIANA FATTA SULLA QUARTA EDIZIONE TEDESCA

a cura del Dottore DANIELE ROSA

Aggregato alla R. Università di Torino.

Illustrata con 20 Tavole, 440 incisioni intercalate nel testo
e 52 Tabelle genetiche.

—— IV. ——

IL MONISMO

QUALE VINCOLO FRA RELIGIONE E SCIENZA

PROFESSIONE DI FEDE DI UN NATURALISTA

pronunciata il 9 ottobre 1892 ad Altenburg
in occasione del 75º Giubileo della « Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes »

Traduzione italiana autorizzata e riveduta dall'Autore

DI

AMEDEO HERLITZKA



TORINO
UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE
33 — Via Carlo Alberto — 33
NAPOLI — ROMA — MILANO
1895

Alla Reale

Accademia delle Scienze di Torino

Omaggio
dal Suo Socio Straniero
Ernst Haeckel.

OPERE

DI

ERNESTO HAECKEL

Professore all' Università di Jena.

— III. —

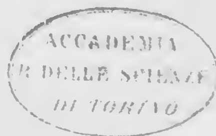
ANTROPOGENIA

O

STORIA DELL' EVOLUZIONE UMANA

— IV. —

IL MONISMO



Opere di E. HAECKEL già pubblicate.

— I. —

Storia della Creazione Naturale. - Conferenze scientifiche popolari sulla *Teoria dell'Evoluzione* in generale e specialmente su quella di Darwin, Goethe e Lamarck. — Prima traduzione italiana sull'ottava edizione tedesca, col consenso dell'Autore, a cura del Dott. Daniele Rosa. Illustrata con 26 Tavole fuori testo, numerose incisioni nel testo, alberi genealogici e tabelle. Un volume, **lire 14.**

— II. —

Lettere di un viaggiatore nell'India. — Traduzione del Prof. Michele Lessona. Un volume, **lire 3.**

OPERE

DI

ERNESTO HAECKEL

Professore all'Università di Jena.

— III. —

ANTROPOGENIA

O

STORIA DELL'EVOLUZIONE UMANA

(Storia embriologica e genealogica)

PRIMA TRADUZIONE ITALIANA FATTA SULLA QUARTA EDIZIONE TEDESCA

a cura del Dottore DANIELE ROSA

Aggregato alla R. Università di Torino.

Illustrata con 20 Tavole, 440 incisioni intercalate nel testo
e 52 Tabelle genetiche.

— IV. —

IL MONISMO

QUALE VINCOLO FRA RELIGIONE E SCIENZA

PROFESSIONE DI FEDE DI UN NATURALISTA

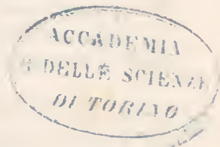
pronunciata il 9 ottobre 1892 ad Altenburg
in occasione del 75° Giubileo della « Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes »

Traduzione italiana autorizzata e riveduta dall'Autore

DI

AMEDEO HERLITZKA





TORINO
UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE
33 — Via Carlo Alberto — 33
1895

LA SOCIETÀ EDITRICE

Nel 1892 la nostra Casa pubblicava la traduzione italiana della « *Storia della Creazione* » di Ernesto Haeckel. Pubblichiamo ora, dello stesso Autore, l'« *Antropogenia* » che di quell'opera forma il complemento naturale.

L'« Antropogenia » è l'applicazione all'uomo dei principii svolti nella « *Storia della Creazione* ». Scopo di quest'opera è anzitutto dimostrare, con prove ben più complete di quelle che a' suoi tempi avesse potuto dare il Darwin, che anche l'uomo si è svolto lentamente da forme animali inferiori e poi di stabilire, almeno nelle sue grandi linee, la genealogia o filogenesi umana, di rintracciare cioè la serie degli antenati diretti dell'uomo, partendo dai mammiferi che gli sono più strettamente affini per risalire fino a quelle semplicissime forme primordiali di viventi la cui origine rimane tuttora avvolta in profondo mistero.

Tre scienze diverse, mirabilmente concordi nei loro risultati, rischiarano all'Autore le tenebre di questa via; queste scienze sono la paleontologia, l'anatomia comparata e l'embriologia.

L'*embriologia*, la storia delle metamorfosi per cui passa l'embrione, dallo stadio di uovo sino a completo sviluppo, è sopratutto una guida preziosa. Infatti si sa ora, e questa è la famosa *legge biogenetica fondamentale*, che quelle metamorfosi embrionali sono una rapida ripetizione delle forme presentate successivamente dalla specie attraverso alle lunghe epoche della sua evoluzione storica e paleontologica (ripetizione qua e là alterata da modificazioni più recenti). Colla conoscenza di quella legge l'embriologia ha acquistato pei biologi un'importanza che fu paragonata a quella che ha per gli astronomi l'analisi spettrale. Il paragone è felice, poichè come l'analisi spettrale ci fa conoscere la costituzione chimica degli astri perduti nell'immensità dello spazio, così l'embriologia ci dà notizia di esseri perduti in remotissimo passato; fra quelli sono anche i nostri antenati animali.

È dunque naturale che l'Haeckel nella sua opera abbia dato un grande sviluppo alla parte embriologica; invero la prima metà dell'« *Antropogenia* » contiene, dopo alcune interessantissime notizie storiche, un vero e completissimo Trattato d'embriologia umana e comparata.

È, crediamo, la prima volta che questa scienza viene portata nel dominio del pubblico che certo sarà grato all'Autore di averlo lasciato penetrare in questo sacrario che finora era severamente chiuso ai profani.

Anche i cultori delle scienze mediche e naturali saluteranno con gioia queste conferenze in cui l'embriologia non è più un'arida esposizione di stadii successivi di sviluppo, ma diventa per la prima volta una vera scienza in cui ogni fenomeno è ricondotto alle sue cause.

I risultamenti dell'embriologia uniti coi dati dell'anatomia comparata e della paleontologia sono poi applicati nelle conferenze XVIII-XXIV alla costruzione dell'albero genealogico umano. Qui la *filogenesi* fa rivivere e passare davanti ai nostri sguardi i principali rappresentanti di quella lunga serie di forme che gradatamente trasformandosi e perfezionandosi attraverso alle epoche geologiche condussero dai primi protisti agli elminti, ai protovertebrati ed infine all'uomo.

Sei conferenze sono poi dedicate all'*organogenesi*. I singoli organi dell'uomo sono qui presi uno ad uno e di ciascuno di essi è tracciata la storia embriologica e filogenetica.

In un'ultima conferenza l'Autore riassume in una calorosa e convincente perorazione i risultati principali di tutto questo studio elevandosi dal terreno dei fatti alla contemplazione delle verità filosofiche che da essi conseguono con logica necessità.

L'« *Antropogenia* » in Germania ebbe già quattro edizioni, e molte traduzioni ne esistono. Quelli però che già avessero avuto fra le mani qualche edizione antica difficilmente riconoscerebbero questa nuova che è completamente rifusa, notevolmente aumentata nel testo e nelle figure e portata al livello raggiunto colle più recenti scoperte della scienza.

A complemento dell'« *Antropogenia* » credemmo aggiungere la Conferenza tenuta dall'Haeckel il 9 ottobre 1892, ad Altenburg durante il 75° Giubileo della *Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes*, col titolo: IL MONISMO, QUALE VINCOLO FRA RELIGIONE E SCIENZA. PROFESSIONE DI FEDE DI UN NATURALISTA.

Noi confidiamo che questo volume avrà in Italia un successo simile a quello della « *Storia della Creazione naturale* ».

Al fine della sua prefazione l'Haeckel ricorda il celebre « conosci te stesso » che gli antichi inscrissero a caratteri d'oro sui templi degli Dei: noi speriamo che fra quelli cui stia a cuore tale conoscenza molti vorranno ammettere col nostro Autore che la prima condizione per giungere ad essa è la conoscenza della propria evoluzione.

Torino, Maggio 1895.

INDICE DELLE CONFERENZE E DELLE ILLUSTRAZIONI

CONFERENZE

* **Vedi la nota a pag. 51.**



TAVOLE

FIGURE

TABELLE GENETICHE

* « Sviluppo », non « Filogenesi » come è detto per errore nel testo.

PREFAZIONE ALLA QUARTA EDIZIONE

Quando apparve, nel 1874, la prima edizione dell'*Antropogenia*, e quando, tre anni dopo, ne seguì la terza edizione, le condizioni generali della nostra scienza biologica erano affatto diverse da quelle d'oggidì. L'ardente lotta pel riconoscimento dei sommi veri che era stata provocata nel 1859 da Carlo Darwin colla sua memorabile opera *Sull'origine delle specie* era già in complesso decisa in suo favore, ma il più importante corollario della nuova dottrina dell'evoluzione, la quale per la prima volta trovava salda base nella teoria della selezione, cioè l'applicazione di quella dottrina all'uomo, incontrava ancora generalmente una vivissima resistenza.

Il primo tentativo per avvicinarci alla conoscenza della ipotetica serie degli antenati dell'uomo e di scoprire i singoli gradi storici dell'evoluzione animale che hanno preparato la sua formazione fu da me intrapreso nel 1866 nella mia *Morfologia Generale* e svolto più oltre, nel 1868, nella mia *Storia della creazione naturale.* Frattanto m'era apparsa sempre più chiara la fondamentale importanza che ha il tesoro empirico dell'embriologia umana per la costruzione teoretica della nostra genealogia. Lunghi studi sull'embriologia umana e lezioni accademiche su questa base elementare dell'antropologia fisica mi incorarono ad osare l'arduo tentativo di farne l'applicazione alla nostra filogenesi.

L'applicazione completa della legge fondamentale biogenetica all'uomo mi parve tanto più indicata e proficua in quanto che la gran maggioranza degli embriologi allora non ne voleva sapere per nulla. L'unico trattato di embriologia umana, largamente diffuso in quattro edizioni, il quale, dopo l'anno 1859, presentasse di questa scienza un quadro connesso, quello cioè di Alberto Kölliker, propugnava una base affatto differente; persino nell'ultima edizione di esso (1884) l'egregio autore rimane ancora nell'opinione « che le leggi dell'evoluzione degli organismi siano ancora affatto ignote »; in opposizione alla graduale trasformazione darwiniana degli organismi gli uni negli altri, viene da lui ammessa una trasformazione saltuaria.

Ora di fronte a questi concetti dualistici che allora erano tuttavia largamente dominanti io cercai nel 1874, nella prima edizione dell'*Antropogenia*, di dare espressione al mio concetto monistico dei fenomeni embriologici. Io presi come punto di partenza e come norma le seguenti proposizioni fondamentali: 1) Sussiste un immediato *nesso*

causale fra i fatti empirici dell'embriologia umana e l'ipotetica storia genealogica del genere umano, la quale, per ragioni ovvie, è in massima parte sottratta alla nostra osservazione diretta. 2) Questo nesso causale meccanico trova la sua più semplice espressione nella *legge fondamentale biogenetica:* l'ontogenesi è una breve ed incompleta ricapitolazione della filogenesi. 3) Il processo filogenetico, la graduale evoluzione delle forme superiori di vertebrati antenati dell'uomo da una lunga serie di forme animali inferiori è un *fenomeno storico* complicatissimo che risulta da numerosi processi di eredità e di adattamento. 4) Caduno di questi processi posa su *funzioni fisiologiche* dell'organismo e si può ricondurre o alla funzione della riproduzione (*eredità*) o a quella della nutrizione (*adattamento*). 5) I fatti dell'embriologia umana si possono solo spiegare coll'*eredità* di processi filogenetici, avendo cura però di separare criticamente i fenomeni palingenetici da quelli cenogenetici. 6) I soli fatti *palingenetici* (come per esempio la formazione transitoria della corda dorsale, dei reni primitivi, degli archi branchiali) si devono utilizzare per riconoscere la serie dei nostri antenati animali perchè essi riposano sull'eredità di adattamenti avvenuti in animali adulti. 7) Per contro i fatti *cenogenetici* (come per esempio la formazione embrionale del sacco vitellino, dell'allantoide, dell'abbozzo pari del cuore) non hanno per la nostra filogenesi che un interesse subordinato od indiretto poichè essi sono sorti da adattamento degli embrioni alle condizioni del loro sviluppo embrionale. 8) Le molte lacune della filogenesi che rimangono aperte nel materiale empirico dell'ontogenesi sono in massima parte colmate dalla *paleontologia* e dall'*anatomia comparata.*

L'applicazione di questi *principii biogenetici generali* al caso speciale dell'evoluzione umana, quale io la tentai per la prima volta nella mia *Antropogenia,* doveva naturalmente, come prima ed isolata incursione in un campo di ricerche non ancora battuto, riuscire molto imperfetta; nella migliore ipotesi il suo effetto principale sarebbe stato di far valere questa nuova direzione di studio e di incitare altri naturalisti a sperimentarne il pregio nel campo speciale delle loro ricerche. Che in questo senso l'*Antropogenia* abbia interamente raggiunto il suo scopo parmi che risulti in modo indubitato da un imparziale paragone dello stato d'allora della nostra scienza col suo stato presente. La gran maggioranza dei naturalisti che d'allora in poi hanno lavorato nel campo così attraente dell'embriologia comparata sono oggidì compenetrati della convinzione che le due divisioni fondamentali di esso da me dapprima distinte, l'*ontogenesi* e la *filogenesi,* stanno fra di loro nel più intimo nesso causale e che l'una non può essere compresa senza dell'altra. La grande maggioranza degli utili risultati messi in luce dalle loro diligenti e profonde ricerche ha solo ottenuto il suo vero valore dall'avere i fatti ontogenetici trovato la loro spiegazione filogenetica. Ancora 25 anni fa, quando apparve la *Morfologia Generale,* l'embriologia umana si aveva dai più in conto di una *leggenda fantastica,* nella quale si susseguivano senza apparente nesso causale i più straordinari e misteriosi avvenimenti. Oggidì invece noi vediamo in questa serie di meravigliose trasformazioni una *fonte storica di prim'ordine,* un resoconto della creazione che ci dà importanti notizie sui più essenziali mutamenti avvenuti nella struttura corporea e nel modo di vita dei nostri antenati animali.

I brillanti progressi fatti dall'embriologia comparata nei due ultimi decenni vengono spesso riferiti a cause esterne: al gran numero di nuovi studiosi che si sono rivolti a questo campo, al perfezionamento dei metodi tecnici di ricerca, alla perfezione degli strumenti impiegati. Certamente questi progressi, specialmente quelli che dobbiamo ai perfezionati microscopi e microtomi, sono molto pregevoli, ma essi ottengono il loro vero valore solo dall'applicazione dei *metodi filogenetici.* Poichè a questi ultimi noi dobbiamo quell'enorme allargamento del nostro orizzonte intellettuale che ci permette di comprendere storicamente tutto quel mondo meraviglioso della vita organica dal principio sino al presente come un grande processo naturale meccanico. Alla *filogenesi* « è riservato di ricondurre le forze formàtrici del corpo animale alle forze generali o linee di vita del cosmo ». La filogenesi rischiarando colla sua luce la misteriosa immagine dell'embriologia ci svela le vere leggi dell'evoluzione.

Che solo questa via conduca qui allo scopo e che i fatti dell'ontogenesi non possano essere realmente spiegati che colle ipotesi della filogenesi si è visto in modo sempre più chiaro d'anno in anno. Con ogni anno è anche cresciuto il numero ed il peso dei fatti che noi togliamo in prestito da due altri campi di ricerca, da quelle due grandi scienze sorelle che sono la paleontologia e l'anatomia comparata. La profonda connessione intima che lega i documenti storici di queste due scienze con quelli dell'ontogenesi risulta in modo sempre più chiaro e convincente quanto più noi impariamo a conoscere di queste tre fonti storiche; sempre più convincente ne risulta la necessità di ricorrere in pari modo a tutte tre e di utilizzarle in via criticamente comparativa per la costruzione della nostra filogenesi.

Questi principii dirigenti che già seguii e preconizzai nella prima edizione dell'*Antropogenia* li ho in questa quarta edizione applicati molto più estesamente e profondamente, come negli ultimi quindici anni si erano grandiosamente estese ed approfondite le nostre conoscenze biologiche in quei tre campi. Col riconoscere ed apprezzare questi principii biogenetici io mi trovo in opposizione fondamentale con quell'indirizzo puramente descrittivo, così detto « esatto », dell'embriologia che si dà come solo cómpito adeguato l'esattissima descrizione dei *fatti* embriologici. Quando questa « embriologia descrittiva » malgrado i limiti che si pone per principio, cerca di elevarsi ad una spiegazione dei fatti da lei descritti, allora essa prende il superbo titolo di « embriologia fisiologica »; essa crede di aver trovato le vere cause *meccaniche* di quei fatti ontogenetici se li riconduce a semplici contingenze *fisiche:* incurvamento e ripiegatura di lamine elastiche, introflessione di vesciche cave e simili. Quali frutti arrechi questo metodo « esatto » di ontogenesi fisiologica lo mostrano le celebri *Schneider-Theorie, Briefcouvert-Theorie, Parablasten-Theorie, ecc.* (teoria sartoria, teoria delle buste da lettere, teoria dei parablasti, ecc.) che ho spiegato criticamente nella terza conferenza (pag. 46).

Il torto capitale di questo indirizzo cosidetto esatto o fisiologico (meglio detto « pseudomeccanico ») dell'embriologia sta in ciò che esso considera dei processi *storici* complicatissimi come semplici fenomeni *fisici.* Quando per esempio il tubo midollare nell'embrione dei vertebrati si stacca dall'involglio cutaneo o quando alla sua estremità

anteriore rigonfia vengono a separarsi per formazione di pieghe trasverse le cinque ampolle cerebrali, sembra, all'osservazione esterna, che si tratti di semplici processi fisici. Essi però vengono da noi realmente compresi solo quando li riferiamo alle loro vere cause filogenetiche e ci persuadiamo che ognuno di questi processi germinativi apparentemente semplici è la ripetizione *ereditaria*, modificata dall'eredità abbreviata, di una lunga serie *storica* di modificazioni che per apparire nella filogenesi dei nostri antenati animali hanno richiesto l'opera unita di migliaia di singoli processi d'adattamento e di eredità nel corso di milioni d'anni. Naturalmente ognuno di questi processi fisiologici è stato a sua volta determinato in ultima analisi da cause *meccaniche*, da fenomeni fisici e chimici, ma questi avvenimenti « preistorici », da gran tempo compiuti, sono interamente sottratti ad ogni nostra diretta e precisa ricerca.

Gli errori fondamentali di quella pretenziosa « meccanica evolutiva » ed il suo contrasto fondamentale coi nostri metodi filogenetici furono già da me criticamente elucidati nei miei scritti *Scopo e vie della moderna evoluzione* (1875) ed *Origine ed evoluzione dei tessuti animali* (1884). Agli attacchi speciali che quella scuola « pseudomeccanica o tectogenetica » dirige persistentemente contro la mia *Antropogenia* ho ancora replicato nella chiusa apologetica di quest'edizione. Si è spesso trovato sorprendente come un indirizzo così superficiale, che si rivolge solo all'*apparenza* esterna dei processi embriologici e che ignora la loro intima *natura* storica, abbia potuto ottenere per lungo tempo un successo così vistoso. La soluzione di questo enigma avrebbe a cercarsi anzitutto nella *limitazione*. Questa limitazione della scuola pseudomeccanica si mostra in tre rispetti: in primo luogo essa si limita nel *materiale* empirico utilizzato poichè dei tre grandi archivi della creazione ne prende in considerazione un solo, l'ontogenesi, e non tien conto degli altri due, cioè della paleontologia e dell'anatomia comparata; in secondo luogo essa si limita nel *metodo* scientifico dandosi per unico cómpito il descrivere più esattamente possibile « a norma di compasso, regolo e bilancia » le singole forme embrionali; infine essa si limita nella *cognizione* scientifica escludendo ogni paragone coi fenomeni affini come pure i rapporti delle parti al tutto. Questa triplice limitazione, che in sè è una triplice e pericolosissima sorgente di errori, trova però da varie parti una calda accoglienza in un tempo in cui in generale lo *specialismo* più ristretto celebra dovunque il suo trionfo, in cui lo studio della storia vien fatto alla rovescia e in cui ogni naturalista pensante che non perda di vista il nesso dei fenomeni vien messo al bando colla taccia di « filosofo della natura ». Ad onta di tutto ciò la storia dello sviluppo rimane non già una *scienza esatta*, ma una *scienza storica*.

Se ad ogni modo la mia *Antropogenia* ha un merito, si è quello di tener sempre presente il suo grande cómpito storico come un sol *tutto*, e di aver rintracciato i rapporti delle parti a questo tutto. Poichè anche qui vale il detto di Goethe: « Tutto dipende da questi rapporti! ». Lo sviluppo dell'individuo umano da una semplice cellula, la meravigliosa serie di forme percorsa da questa cellula-stipite durante il suo germinare, è ai miei occhi uno dei più grandiosi ed interessanti fenomeni della natura ed è sicuramente per ogni uomo che pensi uno dei fatti il cui studio è più cattivante, un fatto

che comprende i più profondi enigmi della vita umana. Il principio per la soluzione di tale enigma ce lo porge però solo la teoria lamarckiana della discendenza, la quale nell'« eredità degli adattamenti » od « eredità di qualità acquisite » riconosce la vera « causa meccanica » che nel corso della nostra lunga filogenesi ha determinato la evoluzione gradatamente progressiva della serie dei nostri antenati animali. Le difficoltà che il « lamarckismo », questa antica teoria della discendenza (1809), non aveva ancora potuto superare, vennero più tardi rimosse con felice successo da Carlo Darwin (1859) coll'introduzione della scelta naturale considerata come il grande moderatore che nella « lotta per l'esistenza » regola l'azione reciproca dell'eredità e dell'adattamento.

A torto si è recentemente messo questo « darwinismo » in contrapposizione fondamentale con quel « lamarckismo ». Una nuova scuola di trasformismo (che si potrebbe propriamente chiamare iperdarwinismo) vorrebbe invero attribuire alla *selezione* tutta l'opera di trasformazione delle specie organiche, e, cosa singolare, esclude interamente da questa il fenomeno che, a mio vedere, è il più importante di tutti: l'*eredità degli adattamenti*. Queste vedute nel corso degli ultimi otto anni sono state preconizzate col massimo successo in Germania da Augusto Weismann, in Inghilterra da Galton, Wallace, Ray-Lankester ed altri. Nonostante il grande merito che il Weismann si è procacciato per aver contribuito con molti eccellenti lavori al progresso della zoologia e del trasformismo devo tuttavia confessare che le sue teorie generali accolte con tanto plauso, la teoria del plasma germinativo, dell'immortalità degli unicellulari, ecc., io le considero come *affatto insostenibili.* Ho già espresso questa convinzione nell'ultima (VIII) edizione della mia *Storia della creazione naturale* (1889). La più completa confutazione della teoria del Weismann è certo quella data da Teodoro Eimer (1888) nella sua pregevolissima opera sulla *Origine delle specie in base all'eredità di caratteri acquisiti, secondo le leggi dell'accrescimento organico.* Ultimamente essa è stata criticamente esaminata sopratutto dal segnalato trasformista americano Lester F. Ward (*Neo-Darwinism and Neo-Lamarckism*, 1891).

Quando con Weismann e Galton si nega l'eredità di caratteri acquisiti, si esclude affatto l'influenza modificatrice del mondo esterno sulla forma organica. Infatti se l'*adattamento*, cioè la modificazione dovuta alle condizioni d'esistenza, non viene trasmesso per *eredità*, allora esso non ha più valore *filogenetico* di sorta. Si è appunto il grande concetto fondamentale, tanto nella teoria della discendenza di Lamarck, quanto nella teoria della selezione di Darwin, che il riconoscimento dei rapporti fra il mondo interno dell'organismo ed il mondo esterno del suo ambiente ci permette di scorgere le *vere cause* che determinano la lenta trasmutazione storica delle forme. A tale scopo l'eredità delle proprietà acquisite durante la vita individuale è una presupposizione *indispensabile.* Il Weismann afferma che non se ne hanno prove, mentre, a mio vedere, innumerevoli fatti in morfologia e fisiologia, in anatomia comparata ed ontogenesi, in paleontologia e corologia formano un grandioso ed armonico complesso di prove in favore. Persino le prove sperimentali dirette che egli reclama son date da gran tempo; tutta la nostra selezione artificiale riposa su questa presupposizione.

Io sono convinto che nessun allevatore che ragioni e sia scevro di preconcetti e praticamente sperimentato nega l'eredità di caratteri acquisiti.

Per le recenti teorie di Weismann, Nägeli ed altri la teoria della discendenza perde la massima parte del suo valore esplicativo. Infatti, rigettando le *note* « cause esterne delle modificazioni » noi siamo in pari tempo rimandati alle *ignote* « cause interne » che dovrebbero guidare alla sua meta l'evoluzione del mondo organico, a quei concetti vaghi e affatto vuoti che si aggirano sull'idea di una « grande legge d'evoluzione », d'una « legge fisiologica di accrescimento », di una « tendenza interna al perfezionamento », di un « principio interno d'impulso evolutivo » e così via. Tutte queste indeterminate « leggi interne d'evoluzione », le quali non concedono al mondo esterno alcuna influenza modificatrice, riposano in fondo su concetti *dualistici* e teleologici; esse sono inconciliabili coi principii *monistici* e meccanici che, come abbiamo ammesso, regolano, secondo le idee fisico-chimiche della moderna fisiologia, l'attività vitale e la formazione di vita nel mondo organico.

Da questa salda base monistica, in accordo coi principii meccanici di Newton e Kant, di Laplace e Darwin, di Carlo Ernesto von Baer e Giovanni Müller, io ho cercato anche in questa nuova edizione dell'*Antropogenia* di presentare al colto lettore i più importanti fatti della nostra embriologia e filogenesi. Poichè quest'opera ha trovato lieta accoglienza non solo presso i naturalisti, medici ed insegnanti ma anche presso gli uomini colti che hanno seguito diverse vocazioni, io mi sono studiato di mettere in luce quel che c'era di più importante ed interessante nel ricco materiale empirico che stava a mia disposizione, non ricordando che brevemente molte cose secondarie e lasciando affatto in disparte molte accessorie. È probabile che in alcuni dati di questo libro si contengano vari piccoli errori. Io prego di volermeli perdonare pensando che per dodici anni io sono stato occupato in tutt'altri lavori (le monografie dei radiolari, delle meduse e dei sifonofori). Quando però dopo un sì lungo allontanamento si ritorna ad un oggetto così grande ed elevato come è la storia dell'evoluzione umana allora si appare in più alto grado capaci di comprendere e di esporre questo grande insieme. Quel che mi stava a cuore si era la verace esposizione dei tratti fondamentali di questo *gran tutto*, non già l'« esatta » descrizione di tutte le particolarità; questa soggiace d'altronde, come è noto, a continue oscillazioni e miglioramenti. Chi voglia istruirsi più dappresso sui particolari della nostra embriologia li troverà esposti estesamente nell'eccellente *Embriologia dell'uomo e dei vertebrati* di Oscar Hertwig (III edizione, 1890). Anche il *Manuale dell'embriologia dei mammiferi domestici* di Roberto Bonnet, apparso recentemente, è molto raccomandabile come breve guida. Sulle significantissime testimonianze dell'anatomia comparata dei vertebrati dànno più ampie referenze i noti trattati di Gegenbaur e Wiedersheim. I non meno importanti « documenti della creazione » forniti dalla paleontologia dei vertebrati si trovano molto bene raggruppati nei citati trattati di Zittel e di Steinmann-Döderlein.

Il grande incremento prodottosi da quattordici anni nelle nostre conoscenze su tutti i lati dell'antropogenia mi obbligò a rifondere interamente la massima parte di questo libro. Ciò facendo ho avuto la soddisfazione di vedere che la maggior parte, ed in essa

le più importanti delle vedute fondamentali esposte nella prima edizione si sono mantenute valide ed hanno dato occasione ad ulteriori progressi nella stessa direzione. Per contro in molti singoli punti, grazie agli sforzi riuniti di molti valenti lavoratori, la cerchia delle nostre conoscenze si è così allargata e molte questioni, allora ancora oscure, si sono così felicemente dilucidate che più della metà di questo libro appare in un aspetto affatto nuovo. Il numero delle conferenze è salito da 26 a 30, il numero delle incisioni nel testo da 330 a 440, il numero delle tavole da 15 a 20, il numero delle tabelle genealogiche da 44 a 52. Ho cercato di evitare gli appunti che i miei avversari avevano diretto con più successo che amore di verità contro parte delle mie figure originali rifacendole colla maggior verità possibile prendendo a modello i migliori oggetti che si potessero avere (cfr. la chiusa apologetica).

Varie proposizioni sono più volte ripetute e sopratutto gli importanti fatti embriologici sono stati esaminati da diversi lati. Tali ripetizioni, come pure una disuguaglianza spesso sensibile nel trattamento dello strariccο materiale, sono forse in se stesse biasimevoli: ad esse però possono ben servire di parziale scusa la straordinaria aridità della materia ed il desiderio di rendere anzitutto ben chiari al lettore i *fatti* più essenziali ed i loro complicati rapporti.

Convinto che l'indirizzo qui preconizzato dell'antropologia ha per sè l'avvenire, concludo esprimendo il desiderio che questa quarta edizione, rifusa secondo le esigenze del tempo, possa, come le precedenti, contribuire a svegliare in più ampia cerchia di uomini colti un vivo interesse per la più importante base dell' antropologia: « Conosci te stesso! ». Questo è il fonte d'ogni saggezza! Ma per arrivare alla vera conoscenza di se stesso la prima condizione è per l'uomo la conoscenza della propria evoluzione.

Jena, 18 agosto 1891.

Ernesto Haeckel.



Prometeo.

(Traduzione inedita di DOMENICO LANZA).

Copri il tuo ciel di tenebre, e dei monti
su l'alte vette, e su le quercie adopra
la man, si come il fanciulletto ai cardi
le teste abbatte;

ma la mia terra lascia e la capanna
che costrutto non hai, lascia il mio fuoco
che, divampando, l'animo d'invidia
struggeti, o Giove.

Numi, di voi più miserabil cosa
sotto il sol non conosco. Voi nutrite
di mille affanni e d'olocausti e d'aure
vane di preci

la vostra maestà; ben per miseria
dolenti se i fanciulli ed i mendichi
non fosser pazzi a cui l'anima, eterna
speme ravviva.

Bimbo inconsciente al sol l'occhio smarrito
io volsi, se lassù fosse un orecchio
per la mia prece, e per gli afflitti un cuore
simile al mio.

Contro i Titani prepotenti aiuto
chi mai mi diede e mi salvò da morte
chi dalla trista schiavitù mi tolse?
Non tutto forse

da te compisti, o santo cuore ardente?
Pure, in error dalla bontà tua tratto,
al supremo dormiente un inno alzasti
pieno di grazie.

A che onorarti? dell'oppresso hai forse
tu lenito le pene, o dell'afflitto
chetato il pianto? Di mia tempra umana
non furon fabbri

onnipossente il tempo e il fato eterno,
d'ambo signori? — O nei deserti, lungi,
mi sognasti fuggente, e della vita
bieco odiatore,

forse perchè tutti i fiorenti sogni
non maturar? — Qui però saldo io poso,
qui, ed a sembianza della mia, progenie
d'uomini foggio.

Una progenie a dolorar cresciuta,
al pianto nata e alla gioconda gioia,
che te non curi mai, Giove, sì come
te io non curo.

Goethe.

Faust.

(Traduzione inedita di Domenico Lanza).

Nota m'è assai già la terrena cerchia
e verso l'alto arrestasi il mio sguardo:
pazzo chi gli occhi tremuli dirizza
là e su le nubi un suo simile imagina.
Saldo ei rimanga e a sè d'attorno miri,
poichè ovunque al gagliardo il mondo parla.
A che vagar per tempi e spazi eterni?
Ciò ch'ei conosce al suo intelletto cede.
E così avanti, sempre, nella vita;
e avanti ancor se in suo cammino egli oda
il folleggiar di spirti. E gioia e pianto
l'attenderanno, insoddisfatto ognora.
. . . .
Divotamente a quest'idea mi affido
ch'è di saggezza la parola estrema:
Come la vita, libertà si merita
chi sol per libertà pugna ogni dì.

Goethe.

PRIMA CONFERENZA

La Legge fondamentale dell' Evoluzione organica.

« La storia dell'evoluzione degli organismi si divide in due rami strettamente affini ed intimamente connessi: l'*Ontogenesi* o storia dell'evoluzione dell'*individuo* organico, e la *Filogenesi* o storia dell'evoluzione delle *stirpi* organiche. L'ontogenesi è una breve e rapida ricapitolazione della filogenesi, determinata dalle funzioni fisiologiche dell'*Eredità* (riproduzione) e dello *Adattamento* (nutrizione). L'individuo organico ripete nel rapido e breve corso dello suo sviluppo individuale le più importanti di quelle trasformazioni che i suoi antenati hanno attraversato secondo le leggi dell'eredità e dell'adattamento durante il lento e lungo corso della loro evoluzione paleontologica ».

MORFOLOGIA GENERALE (1866).

Ontogenesi e filogenesi. — Loro nesso causale. — Monismo e dualismo. Palingenesi e cenogenesi. — Spostamenti di luogo e di tempo. — Eredità ed adattamento. — Valore della legge biogenetica fondamentale. — Evoluzione delle forme e delle funzioni.

Contenuto della prima Conferenza.

Importanza generale della storia della evoluzione umana. — Come essa sia ignorata nel così detto ceto delle persone colte. — Le due diverse parti della storia dell'evoluzione: ontogenesi o storia dell'embrione e filogenesi o storia della stirpe. — Nesso causale fra queste due serie evolutive. — La filogenesi è la causa dell'ontogenesi. — L'ontogenesi quale ricapitolazione della filogenesi. — Imperfezione di questa ricapitolazione. — La legge biogenetica fondamentale. — Eredità ed adattamento sono le due funzioni formatrici cioè le cause meccaniche dell'evoluzione. — Esclusione delle cause finali. — Validità esclusiva delle cause meccaniche. — Rimozione del concetto dualistico da parte di quello monistico od unitario. — Importanza fondamentale dei fatti embriologici per la filosofia monistica. — Palingenia o storia riassuntiva e cenogenia o storia delle alterazioni. — Evoluzione delle forme e delle funzioni. — Necessaria connessione della fisiogenesi e della morfogenesi. — La storia dell'evoluzione finora è quasi esclusivamente frutto della morfologia, non della fisiologia. — L'evoluzione del sistema nerveo centrale (cervello e midollo spinale) va di pari passo con quella dell'attività psichica cioè dell'anima.

Bibliografia.

Carlo Darwin, *Evoluzione ed embriologia*, 1859 (XIII capitolo dell'opera *Origine delle specie per scelta naturale*). — Traduzione italiana di G. Canestrini; Torino, Unione Tip.-Editrice.

Fritz Müller, *Für Darwin*, 1864.

Ernest Haeckel, *Allgemeine Entwickelungsgeschichte*, 1866; vol. II della *Generelle Morphologie*. — *Storia della creazione naturale*, 1868 (VIII ediz., trad. italiana 1891). — *Ziele und Wege der heutigen Entwickelungsgeschichte*, 1875.

Eduard Strasburger, *Ueber die Bedeutung phylogenetischer Methoden für die Erforschung lebender Wesen* (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, vol. VIII), 1874.

Herbert Spencer, *Principii di Biologia*, 1876.

Otto Bütschli, *Ueber die Bedeutung der Entwickelungsgeschichte für die Stammesgeschichte der Thiere*, 1881.

Carl Gegenbaur, *Ontogenie und Anatomie, in ihren Wechselbeziehungen betrachtet*, 1889 (*Morpholog. Jahrbuch*, vol. XV).

I.

Signori!

I fenomeni naturali, nel cui dominio desidero introdurvi con queste conferenze sulla storia dell'evoluzione umana, si trovano nel vasto regno delle scienze naturali in una posizione affatto singolare. Certo fra tutti gli oggetti di ricerca scientifica non ve n'ha uno che tocchi più dappresso l'uomo e la cui conoscenza dovrebbe più importargli che lo stesso organismo umano. Ma fra tutti i differenti rami che comprende la storia naturale dell'uomo od *antropologia*, è propriamente la storia della sua evoluzione naturale quello che dovrebbe svegliare il più vivo interesse. Infatti essa ci dà la chiave per sciogliere i più grandi enigmi intorno a cui lavori da millennii la scienza umana. L'enigma del vero essere dell'uomo, ossia la cosidetta questione « del posto dell'uomo nella natura » e le annessevi questioni del passato, dell'antichissima storia, dello stato presente e dell'avvenire dell'uomo, tutte queste importantissime questioni si connettono immediatamente e strettissimamente con quel ramo delle scienze naturali che noi chiamiamo *storia dell'evoluzione umana* o, con una parola sola, « antropogenia » (1). E tuttavia è un fatto per verità sorprendentissimo, ma pur innegabile, che la storia dell'evoluzione umana presentemente non è ancora un elemento che faccia parte della coltura generale. In realtà ancora oggidì le nostre cosidette « persone colte » sono per la massima parte affatto ignare degli importantissimi e notevolissimi fatti offertici dall'antropogenia.

Come prova di questo stranissimo fatto mi basti il ricordare che il più delle persone cosidette « colte » non sanno nemmeno che ogni individuo umano si sviluppa da un uovo e che quest'ultimo non è altro che una semplice cellula come ogni uovo animale o vegetale. Così pure ai più è ignoto il fatto che nello sviluppo di questa sferica cellula-uovo si forma dapprima un corpo che è al tutto differente dal corpo definitivo dell'uomo e non ha ombra di somiglianza con questo. I più dei « colti » non hanno mai veduto un simile *embrione* (2) umano nei primordi del suo sviluppo, e non sanno che esso non si può affatto distinguere da altri embrioni animali. Questo embrione dapprima non è altro che un ammasso sferico di cellule, poi una semplice sfera cava, la cui parete risulta da uno strato di cellule. Più tardi, a un dato tempo, esso acquista essenzialmente la struttura di un *Amphioxus*, poi di un pesce, più tardi ancora la conformazione tipica del corpo di un anfibio e poi di un mammifero. Nell'ulteriore sviluppo appaiono dapprima forme che stanno all'infimo gradino della serie dei mammiferi, strutture che sono strettamente affini dapprima coi monotremi, poi coi marsupiali, e solo più tardi appaiono forme che hanno la massima somiglianza con scimmie, finchè in ultimo appaia come risultato finale la vera forma umana. Questi fatti significantissimi sono, come ho detto, ancora quasi ignoti al pubblico, talmente ignoti che se vengono accidentalmente accennati per

solito sono messi in dubbio o addirittura tenuti per fantastiche invenzioni. Ognuno sa che la farfalla si sviluppa da una crisalide e questa crisalide da un bruco affatto diverso da essa, come pure che il bruco si sviluppa dall'uovo della farfalla. Ma pochi, eccetto i medici, sanno che l'*uomo* durante il suo sviluppo individuale passa per una serie di *metamorfosi* che non sono meno sorprendenti e notevoli delle notissime metamorfosi della farfalla.

Certamente l'osservazione di questa curiosa serie di forme per cui passa l'uomo durante il suo sviluppo embrionale ha già diritto per se stessa di destare un generale interesse. Ma il nostro intelletto avrà un ben più alto compiacimento se noi riferiamo questi fatti meravigliosi alle loro vere *cause* e se in essi noi impariamo a riconoscere dei fenomeni naturali che hanno la massima importanza per tutto il dominio della scienza umana. Quest'importanza riguarda anzitutto in ispecial modo la *Storia della creazione naturale*, con essa però, come vedremo fra breve, tutta quanta la *filosofia*. Ora, poichè nella filosofia sono raccolti i risultati più generali di tutti gli sforzi intellettivi umani, così tutte le scienze umane dovranno dalla storia dell'evoluzione umana essere toccate ed influenzate.

Imprendendo ora con queste conferenze il tentativo di recarvi a conoscenza i più importanti tratti di questi importantissimi fenomeni e di guidarvi alle loro cause, io comprenderò il concetto e il còmpito della storia dello sviluppo umano in modo notevolmente più largo da quel che per solito si faccia. Le lezioni accademiche su quest'argomento, quali si fanno da un mezzo secolo nelle Università tedesche, sono quasi esclusivamente indirizzate ai medici. Invero il medico ha anzitutto il massimo interesse a conoscere l'origine dell'organizzazione corporea dell'uomo, della quale per la sua carriera egli deve ogni giorno occuparsi praticamente. Io non posso qui permettermi di dare un'esposizione dei processi dello sviluppo individuale concepita in quella forma tecnica che era d'uso finora in quelle lezioni embriologiche, poichè la maggior parte di voi non ha studiato anatomia umana e non ha famigliare la struttura corporea dell'uomo adulto. Io devo perciò limitarmi a considerare molti fatti solo nelle loro linee generali e non posso addentrarmi in tutte le particolarità notevoli sì, ma molto complicate e difficili da esporsi, che si presentano sopratutto nell'evoluzione speciale degli organi umani e che per essere interamente comprese richiedono un'esatta conoscenza dell'anatomia umana. Tuttavia mi sforzerò in questa parte della scienza di essere più popolare che sia possibile. Del resto si può realmente riuscire a formarsi un concetto soddisfacente del corso dello sviluppo embrionale dell'uomo senza aver bisogno di addentrarsi tanto nelle particolarità anatomiche. Come recentemente in altri rami delle scienze naturali si è già tentato, spesso con buon successo, di destare l'interesse delle persone colte, così spero che anche a me riuscirà di farlo per questo difficile argomento. Non è men vero che per molti rispetti esso ci oppone maggiori difficoltà d'ogni altro.

La storia dello sviluppo dell'uomo, quale la si espose finora nelle lezioni accademiche pei medici, non ha trattato per solito che la cosidetta *embriologia* (3), più propriamente detta *ontogenesi* (4), cioè la « storia dell'evoluzione individuale » dell'organismo umano. Questa però è solo la prima parte del nostro còmpito, solo la prima metà della storia della evoluzione umana intesa in quel senso più ampio nel quale noi qui vogliamo trattarla. Ad essa si contrappone come seconda metà, come seconda parte, del pari importante ed interessante, la « storia dell'evoluzione della stirpe umana », la *filogenesi* (5), vale a dire la storia dell'evoluzione delle diverse

forme animali dalle quali nel lasso di innumeri millennii si è gradatamente svolto il genere umano. A voi tutti è noto il grandioso movimento scientifico che è stato provocato nel 1859 dal grande naturalista inglese Carlo Darwin col suo celebre libro *Sull'origine delle specie*. La più importante conseguenza immediata di questo memorabile lavoro è stata quella di dar luogo a nuove ricerche sull'origine del genere umano, le quali hanno constatato indubbiamente che esso si è svolto poco alla volta da forme animali inferiori. La scienza che si è sforzata di riconoscere quest'origine del genere umano dal regno animale è da noi chiamata *filogenesi* umana o storia dell'umana stirpe. La più importante delle fonti a cui quest'ultima attinge è precisamente l'*ontogenesi* od *embriologia*, la storia della evoluzione individuale. Oltre a questa però anche i fatti della *paleontologia* o scienza dei fossili dànno a lei importantissimi punti di appoggio, ciò che fa pure in grado molto maggiore l'*anatomia comparata* o morfologia.

Queste due parti della nostra scienza, da un lato l'ontogenesi od embriologia, dall'altro la filogenesi o storia della stirpe, sono connesse nel modo più intimo e l'una non può affatto essere intesa senza dell'altra. Solo coll'intima correlazione di questi due rami, col completarsi che fanno reciprocamente l'« ontogenesi e la filogenesi », la *biogenesi* (6) (o « storia dell'evoluzione organica » intesa nel più vasto senso) si eleva al grado di scienza naturale filosofica, poichè il nesso fra questi due rami non è di natura superficiale, ma di natura profondamente intima, causale. Questa nozione è un'importante conquista dei nostri giorni e trova la sua più chiara e precisa espressione nella vasta legge che io ho chiamato la *legge fondamentale dell'evoluzione organica* o brevemente *legge biogenetica fondamentale* (7). Questa legge fondamentale, sulla quale noi dovremo ritornare continuamente e dall'intendimento della quale dipende interamente l'intimo intendimento della storia dell'evoluzione, si può esprimere brevemente in questa proposizione: *la storia dell'individuo è un riassunto della storia della stirpe*, o con altre parole: *l'ontogenesi è una ricapitolazione della filogenesi;* o ancora, alquanto più diffusamente: « la serie di forme per cui passa l'organismo individuale durante il suo sviluppo dalla cellula-uovo fino al suo stato perfetto è una breve e compendiosa ripetizione della lunga serie di forme che è stata percorsa dagli antenati animali dello stesso organismo o delle forme-stipiti della sua specie dai tempi antichissimi della cosidetta creazione organica sino al presente ».

La natura causale del rapporto che lega l'ontogenesi colla filogenesi è basata sui fenomeni dell'*eredità* e dell'adattamento. Se noi li abbiamo rettamente intesi e se abbiamo riconosciuto l'importanza fondamentale che essi hanno nel determinare la forma degli organismi, allora noi possiamo andare ancora un passo più oltre e possiamo dire: *la filogenesi è la causa meccanica dell'ontogenesi*. La parentela di schiatta determina, secondo le leggi fisiologiche dell'eredità e dell'adattamento, tutti i processi che si manifestano sommati e condensati nell'ontogenesi.

La catena delle diverse forme animali che, secondo la teoria della discendenza, costituiscono la serie degli antenati di ciascun organismo più elevato e perciò anche dell'uomo, costituisce sempre un tutto coerente. Noi possiamo designare questa serie ininterrotta di forme colle lettere dell'alfabeto A, B, C, D, E, ecc., fino alla Z. Ora in apparente contraddizione con ciò, la storia dello sviluppo individuale od ontogenesi del più degli organismi, ci presenta solo una frazione di questa serie di forme, cosicchè questa lacunosa serie embrionale di forme suonerebbe per avventura A, B, D, F, H,

K, M, ecc., od in altri casi B, D, H, L, M, N e così via. Qui si sono dunque per solito perdute molte forme evolutive della serie originariamente ininterrotta. Molto spesso inoltre, per continuare a servirci di questa figura dell'alfabeto ripetuto, alcune o molte lettere delle forme-stipiti sono state sostituite nei corrispondenti siti delle forme embrionali da caratteri equivalenti di altro alfabeto. Così, per esempio, noi troviamo spesso invece del latino B e D un greco β e Δ. Qui dunque lo scritto della legge biogenetica fondamentale è alterato o « falsato », mentre nel primo caso esso era abbreviato. Rimane tanto più importante che, ciò malgrado, la *consecuzione delle forme* resti la stessa e che noi siamo in grado di riconoscerne la primitiva connessione.

In realtà esiste sempre un certo parallelismo delle due serie evolutive. Questo però viene oscurato dal fatto, che il più sovente nella serie evolutiva *ontogenetica* molto manca ed è andato smarrito di quello che un giorno ha esistito e realmente vissuto nella serie evolutiva *filogenetica*. Se il parallelismo delle due serie fosse completo, e se questa grande legge fondamentale del *nesso causale fra la filogenesi e l'ontogenesi* fosse nel senso proprio della parola interamente ed incondizionatamente valida, allora noi non avremmo che a stabilire col solo uso del microscopio e dello scalpello anatomico la serie di forme che viene percorsa dall'uovo umano fecondato fino al suo completo sviluppo; con ciò noi avremmo subito un'immagine completa della rimarchevole serie di forme che gli antenati animali del genere umano hanno attraversato dal principio della creazione organica sino al primo apparire dell'uomo. Tuttavia quella ripetizione della filogenesi che si ha nell'ontogenesi non è che in rari casi interamente completa e non corrisponde che raramente alla intera serie delle lettere dell' alfabeto. Nel massimo numero dei casi questo riassunto è invece molto incompleto e, per cause che impareremo a conoscere più tardi, variamente variato, perturbato o falsato. Perciò è che il più sovente noi non siamo in grado di stabilire immediatamente coll'ontogenesi tutte le diverse forme percorse dagli antenati di un organismo, ma invece noi ci imbattiamo per solito, e così avviene anche per la filogenesi dell'uomo, in molteplici lacune. Per vero noi possiamo in gran parte colmare soddisfacentemente tali lacune coll'aiuto dell'anatomia comparata, ma non possiamo riempirle direttamente davanti all'occhio avido di sapere per mezzo della osservazione ontogenetica. È perciò tanto più importante il fatto, che noi conosciamo una quantità di forme inferiori che ancor oggidì sono rappresentate nell'evoluzione individuale dell'uomo. Qui dalla natura della forma individuale transitoria ci è permesso di inferire colla massima sicurezza la prisca natura della forma animale atavica.

Per non addurre che pochi esempi, noi dal fatto che l'uovo umano è una semplice cellula possiamo immediatamente concludere che sia esistita una primitiva forma unicellulare di antenati umani. Così pure dal fatto che l'embrione umano dapprima risulta unicamente di due semplici foglietti germinativi (*gastrula*), noi concludiamo con sicurezza che esistette quell'antichissima forma di progenitori, che è la *gastraea*, formata pure di due foglietti. Una più inoltrata forma embrionale dell'uomo (*chordula*) accenna con pari sicurezza ad un'antichissima forma di antenati simile ad un verme, la quale ha oggi i suoi più prossimi parenti nelle odierne ascidie (*prochordonia*). Segue poi un significantissimo stadio larvale (*acrania*), nel quale il nostro embrione privo di cranio ha essenzialmente la struttura dell'*Amphioxus*. Però quali forme animali fra la gastrea e la cordula, fra questa e l'anfiosso, costituiscano la serie degli antenati umani si può solo indovinare indirettamente ed approssimativamente coll'aiuto dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi. Qui, nel corso

dell'evoluzione storica (per eredità abbreviata), si sono perdute gradatamente diverse forme ontogenetiche intermedie, le quali filogeneticamente (nella serie degli antenati) devono aver esistito. Ma, ad onta di queste lacune numerose e spesso molto sensibili, in complesso non esiste affatto alcuna contraddizione fra queste due serie evolutive. Anzi, il còmpito essenziale di queste conferenze sarà appunto di dimostrare l'intima armonia ed il primitivo parallelismo delle due serie. Io spero di dimostrarvi con numerosi fatti che noi dalla serie embrionale, la quale realmente esiste ed ogni momento si può constatare, possiamo trarre importantissime conclusioni rispetto all'albero genealogico umano. Per tal modo noi saremo messi in grado di formarci un' idea generale della serie di animali diretti antenati dell'uomo che si susseguirono nel lungo corso della storia organica della terra.

Naturalmente in questa interpretazione filogenetica dei fenomeni ontogenetici importerà moltissimo il distinguere anzitutto in modo chiaro e reciso fra i processi palingenetici primitivi e quelli cenogenetici più recenti. Noi chiamiamo *processi palingenetici* (8) o *ripetizioni embrionali* tutti quei fenomeni dello sviluppo individuale che dall'*eredità* conservativa sono stati fedelmente trasmessi da generazione a generazione, e che perciò permettono di ricavarne direttamente, come conclusione retrospettiva, l'esistenza di analoghi processi nella filogenesi degli antenati adulti. Chiameremo invece *processi cenogenetici* (9) od *alterazioni embrionali* tutti quei processi embriologici che non sono riconducibili ad una simile eredità da antichissimi stipiti, ma che invece non sono sottentrati che più tardi per *adattamento* degli embrioni o delle forme giovanili a speciali *condizioni di sviluppo embrionale.* Questi fenomeni cenogenetici sono aggiunte estranee che non permettono affatto alcuna conclusione immediata riguardo ad analoghi processi avvenuti nell'evoluzione della serie degli antenati, ma invece valgono precisamente a falsare ed oscurare il riconoscimento di questa.

Per la filogenesi scientifica, la quale dal materiale empirico offertoci dall'ontogenesi, dall'anatomia comparata e dalla paleontologia vuol trarre conclusioni riguardo ai processi storici da gran tempo svaniti della filogenesi, deve naturalmente quella critica distinzione dei processi primari palingenetici e dei secondari cenogenetici avere la massima importanza. Essa, per gli studiosi dell'evoluzione, ha la stessa importanza come pei filologi la critica distinzione dei passi autentici e spurii nelle opere di un antico scrittore, la separazione del testo primitivo dalle interpolazioni ed alterazioni posteriori. Per vero molti naturalisti son finora ben lungi dall'aver apprezzata quella distinzione della *palingenesi od evoluzione riassuntiva dalla cenogenesi od evoluzione alterata.* Io la considero tuttavia come la prima condizione per intendere rettamente la storia dell'evoluzione, e credo che in seguito a ciò si devono appunto distinguere nell'embriologia due diverse sezioni primarie: la *palingenesi* o *storia compendiata* e la *cenogenesi* o *storia alterata.*

Per spiegare subito quest'importantissima distinzione con qualche esempio preso dall'antropogenia, noi dobbiamo nell'uomo, come in tutti gli altri vertebrati superiori, considerare come *palingenetici* i seguenti processi embriologici: la formazione dei due foglietti germinativi primarii e dell'intestino primitivo, l'abbozzo inarticolato del tubo nerveo dorsale, l'apparire d'un semplice bastone assile (*chorda*) tra il tubo midollare e il tubo digerente, la formazione transitoria degli archi e delle fessure branchiali, dei reni primitivi, ecc.; tutti questi e molti altri interessanti fenomeni sono evidentemente stati trasmessi fedelmente per costante *eredità* dagli antichissimi progenitori dei

mammiferi, e perciò sono da riferirsi direttamente a corrispondenti processi evolutivi paleontologici della filogenesi. Per contro tale non è affatto il caso pei seguenti processi embriologici che noi dobbiamo considerare come *cenogenetici:* la formazione del sacco vitellino, dell'allantoide e della placenta, dell'amnio, serolemma e chorion, in genere dei diversi invogli dell'uovo e delle corrispondenti diramazioni vascolari; infine l'abbozzo pari del tubo cardiaco, la separazione transitoria delle lamine protovertebrali e delle lamine laterali, l'occlusione secondaria della parete ventrale e della parete intestinale, la formazione dell'ombilico, ecc. Tutti questi fenomeni e molti altri non sono evidentemente da riferirsi a corrispondenti condizioni di uno stipite primitivo indipendente e pienamente sviluppato, ma invece sono solo nati per *adattamento* alle particolari condizioni della vita embrionale (all'interno delle membrane dell'uovo). Avuto riguardo a ciò, noi dovremo ora dare alla nostra legge biogenetica fondamentale questa forma più precisa: Lo *sviluppo dell'embrione* (ontogenesi) è una ripetizione condensata ed abbreviata della *evoluzione della schiatta* (filogenesi), e cioè questa ripetizione è tanto più completa quanto più per costante *eredità* è mantenuta l'originaria *evoluzione riassuntiva* (palingenesi); per contro questa ripetizione è tanto più imperfetta quanto più i variabili *adattamenti* vi hanno introdotta l'*evoluzione alterata* (cenogenesi) (10).

Le alterazioni o falsificazioni cenogenetiche dell'originario processo evolutivo palingenetico riposano in gran parte sul graduale prodursi di uno *spostamento* dei fenomeni, il quale è stato determinato lentamente nel corso di molti millennii dall'adattamento alle mutate condizioni embrionali di esistenza. Lo spostamento può riferirsi tanto al *luogo* come al *tempo* dell'apparizione. Il primo genere di spostamenti lo chiamiamo *eterotopia*, il secondo *eterocronia.*

Gli *spostamenti di luogo* od eterotopie riguardano anzitutto le cellule, cioè le parti elementari di cui si compongono gli organi, poi anche gli organi stessi. Così, per esempio, le gonadi o ghiandole sessuali nell'embrione dell'uomo e del più degli animali superiori hanno la loro prima origine nel foglietto germinativo mediano. Per contro l'ontogenesi comparata degli animali inferiori ci insegna che esse originariamente non si son prodotte qui, ma in uno dei due foglietti germinativi primari. Poco alla volta le cellule germinative hanno così mutata la loro posizione e così di buon'ora hanno migrato dalla loro sede originaria nel foglietto mediano che in esso sembrano ora realmente prodursi. Una simile eterotopia subiscono i canali dei reni primitivi dei vertebrati superiori, i quali canali originariamente dovevano giacere nell'integumento esterno. Anche nell'origine dello stesso mesoderma le eterotopie, le quali sono collegate con migrazioni delle cellule embrionali da un foglietto all'altro, hanno una parte importante.

Non meno importanti sono gli *spostamenti di tempo* od eterocronie di origine cenogenetica. Essi si manifestano in guisa che l'ordine seriale in cui gli organi appaiono l'un dopo l'altro nell'embriogenesi è diverso da quello che secondo la filogenesi sarebbe da aspettarsi. Come nella eterotopia l'ordine topografico, così nella eterocronia è falsato l'ordine cronologico. Quest'alterazione può produrre tanto una accelerazione come un ritardo nell'apparizione degli organi. Come *accelerazione ontogenetica* noi dobbiamo, per esempio, considerare nell'embriologia umana: la precoce apparizione del cuore, degli archi branchiali, del cervello, degli occhi, ecc. È evidente che questi organi appaiono, comparativamente ad altri, molto più presto di quello che fosse originariamente il caso nella filogenesi. L'inverso vale per la

ritardata formazione del tubo intestinale, della cavità celomica, degli organi sessuali. Qui si ha evidentemente un *ritardo ontogenetico.*

È solo quando si ponderano criticamente questi processi cenogenetici mettendoli a raffronto coi palingenetici e quando si tengono sempre presenti le variazioni che può subire l'evoluzione riassuntiva per effetto della evoluzione alterata che si può riconoscere l'importanza fondamentale della legge biogenetica, e che se ne può trar profitto come del più importante principio esplicativo della evoluzione. Così utilizzata criticamente, essa rimane pur sempre il « filo rosso » su cui noi possiamo ordinare tutti i singoli fenomeni di questo meraviglioso campo di studi, il « filo d'Arianna » che solo ci permette di raccapezzarci in questo intricato labirinto di forme. Ben a ragione adunque i due Sarasin nel loro studio embriologico dell'*Ichthyophis* poterono dire recentemente che « l'importanza che ha la legge biogenetica fondamentale pel riconoscimento di processi da gran tempo compiutisi deve essere apprezzata dai zoologi, quanto lo è dagli astronomi l'analisi spettrale ».

Già anteriormente, quando dapprima si conobbe meglio l'embriologia dell'individuo umano e dell'individuo animale — e si tratta di solo sedici anni fa! — destò altissimo stupore la straordinaria rassomiglianza che v'ha fra le forme ontogenetiche e gli stadii evolutivi individuali di animali molto differenti; fin d'allora si notò la curiosa rassomiglianza che esiste fra essi e le forme animali adulte di certi gruppi inferiori ad essi affini. Già gli antichi filosofi naturali (Oken, Treviranus ed altri) riconobbero giustamente che simili forme animali inferiori in certo modo rappresentano durevolmente o fissano nel sistema del regno animale una forma evolutiva transitoria presentata dall'individuo delle forme superiori. Il celebre anatomico Meckel già nel 1821 parlò di una « uguaglianza fra lo sviluppo dell'embrione e quello del regno animale ». Baer già nel 1828 spiegò criticamente la questione, fino a che punto entro al tipo dei vertebrati le forme embrionali degli animali superiori trapassino per le forme definitive degli inferiori. Allora però non si era in grado di comprendere ed apprezzare giustamente questa sorprendente rassomiglianza. Dell'averci aperta la via a comprenderla siamo appunto debitori alla *teoria della discendenza*, poichè essa per la prima volta ci presenta nella loro vera luce da una parte i fenomeni dell'*eredità*, dall'altra quelli dell'*adattamento;* essa ci spiega l'importanza fondamentale che ha il costante avvicendarsi della loro azione per l'origine delle forme organiche. Fu Darwin pel primo che ci mostrò quale parte importante abbia qui l'incessante « lotta per l'esistenza » che succede fra tutti gli organismi ed in qual modo sotto il suo influsso (per « scelta naturale ») nuove specie di organismi non per altro che per l'azione combinata dell'eredità e dell'adattamento si siano prodotti ed oggi ancora seguitino a prodursi. Non è che col darwinismo che ci fu aperta la via per la retta intelligenza di quei rapporti infinitamente importanti che intercedono fra le due parti della storia dell'evoluzione organica, fra l'*ontogenesi* e la *filogenesi.*

I fenomeni dell'*eredità* e dell'*adattamento* sono in verità le due funzioni fisiologiche *formatrici* degli orgànismi; se noi non le teniamo in giusto conto allora ci è affatto impossibile comprendere a fondo e completamente l'evoluzione. Perciò prima di Darwin noi non avevamo affatto una chiara idea della vera essenza e delle cause dell'embriogenia. Non era affatto possibile spiegarsi la strana serie di forme che l'uomo attraversa durante il suo sviluppo embrionale, non si concepiva perchè mai apparisse nell'ontogenesi questa curiosa serie di forme simili a diversi animali. Dapprima si ammetteva persino in modo generale che l'uomo nell'uovo esistesse già preformato

con tutte le sue parti e che la sua evoluzione non fosse che un dispiegarsi della forma, un semplice accrescimento. Questo tuttavia non è per nulla il caso. Piuttosto l'intero processo dell'evoluzione individuale ci presenta agli occhi una serie concatenata di differenti forme animali, e queste molteplici forme animali mostrano strutture esterne ed interne molto differenti. *Perchè* ora ogni individuo umano debba durante il suo sviluppo embrionale attraversare questa serie di forme è cosa che ci è divenuta intelligibile solo colla « teoria della discendenza » di Lamarck e di Darwin. In grazia a questa teoria abbiamo imparato a conoscere per la prima volta le vere *causae efficientes* della evoluzione individuale, solo per questa teoria noi siamo giunti al concetto che tali cause *meccaniche* bastano da sole a determinare l'evoluzione individuale dell'organismo e che non c'è bisogno per ciò di ricorrere alle cause agenti con iscopo determinato, a *causae finales* che prima erano generalmente ammesse. Per vero queste *cause finali* hanno ancora oggidì una gran parte nella scuola filosofica dominante, ma nella nuova filosofia naturale noi siamo in grado di sostituirle interamente con quelle *cause meccaniche.*

Nel toccare già qui di tal condizione di cose credo utile accennare ad uno dei più importanti progressi che si siano compiuti nel campo delle conoscenze umane nel nostro secolo. La storia della filosofia ci mostra che quasi generalmente nel concetto che abbiamo ora della natura, come in quello che ne aveva l'antichità, le cause finali sono considerate come le vere cause fondamentali dei fenomeni della natura organica e sopratutto della vita umana. La dominante *teleologia* o dottrina della conformità allo scopo, appoggiata sopratutto all'autorità di Kant, ammette che i fenomeni della natura organica e sopratutto quelli dell'evoluzione non si possano spiegare che con cause finali, che per contro non siano suscettibili di una spiegazione meccanica cioè puramente scientifica. Ora appunto i più difficili problemi di tal genere che ci si siano finora presentati e che sembravano spiegabili solo colla teleologia sono ora stati sciolti in senso meccanico dalla teoria della discendenza. La trasformazione da essa prodotta nella storia dell'evoluzione umana ha qui realmente rimossi i maggiori ostacoli. Nel corso delle nostre ricerche noi riconosceremo chiaramente come gli enigmi più meravigliosi finora ritenuti impenetrabili dell'organismo dell'uomo e degli animali colla riforma darwiniana della teoria dell'evoluzione siano divenuti accessibili ad una soluzione naturale, ad una spiegazione meccanica per mezzo di cause agenti senza scopo. Dappertutto noi siamo per essa messi in grado di porre delle cause incoscienti *necessariamente* agenti in luogo delle cause conscienti *agenti in conformità ad uno scopo* (11).

Se anche la nostra nuova teoria dell'evoluzione non avesse avuto altro effetto che questo, ogni uomo che pensi seriamente dovrebbe già aver a confessare che per ciò solo sia stato fatto un enorme progresso nel sapere. Infatti in seguito a ciò in tutta la filosofia deve definitivamente avere il sopravvento quell'indirizzo che noi chiamiamo unitario o *monistico* in opposizione al duplice o *dualistico* che finora era dominante nella filosofia speculativa (12). Qui è il punto dove la storia dell'evoluzione interessa profondamente i fondamenti della *filosofia.* Ma per ciò solo è già estremamente desiderabile, anzi propriamente indispensabile, che ogni uomo che pensi, che si sforzi di giungere al conoscimento filosofico, sopratutto poi il filosofo di professione, prenda conoscenza dei fatti più importanti del nostro campo di studi.

L'importanza dei fatti ontogenetici è sotto questo rapporto tanto grande e salta così agli occhi che ancora recentissimamente la filosofia dualistica e teleologica ha cercato di scostare questi fatti per lei incomodissimi semplicemente col negarli. Così

andò, per esempio, pel fatto che l'uomo si sviluppa da un uovo e che quest'uovo è una semplice cellula come la cellula-uovo di tutti gli altri animali. Quando nella mia *Storia della creazione naturale* io ebbi citato questo fatto fondamentale rilevandone l'immensa importanza, esso in varii giornali teologici fu spacciato per una mia maligna invenzione. Nello stesso modo si negò il fatto significantissimo che gli embrioni dell'uomo e del cane in un certo stadio del loro sviluppo si possono a mala pena distinguere l'uno dall'altro. Invero se noi esaminiamo l'embrione umano nella terza o quarta settimana del suo sviluppo noi troviamo la sua figura e la sua struttura affatto diverse da quelle dell'uomo interamente sviluppato ed invece quasi coincidenti con quelle che presentano la scimmia, il cane, il coniglio ed altri mammiferi nello stesso stadio ontogenetico. Noi troviamo un corpo di semplicissima struttura, simile per forma ad un fagiolo, che è provvisto posteriormente di una coda, lateralmente di due paia di pinne che sono simili alle natatoie di un pesce ma non rassomigliano per nulla agli arti dell'uomo e dei mammiferi. Quasi tutta la metà anteriore del corpo costituisce un informe capo senza faccia ai cui lati si trovano archi branchiali e fessure branchiali come nei pesci (cfr. tav. IX). In questo stadio del suo sviluppo l'embrione umano non si distingue per alcun rapporto essenziale dall'embrione di pari età di una scimmia, di un cane o cavallo o vitello, ecc. Anche questo fatto importantissimo si può facilmente verificare ogni momento paragonando i relativi embrioni dell'uomo, del cane, del coniglio, ecc. Ciò malgrado i teologi ed i filosofi teleologici l'hanno dato per un'invenzione del materialismo; persino dei naturalisti, cui la cosa doveva pur essere ben nota, hanno cercato di negarla.

Della enorme *importanza di principio* che hanno questi fatti embriologici per la filosofia monistica non si può davvero dare prova più brillante che questi tentativi dei suoi avversari dualistici per toglierli di mezzo semplicemente col negarli o passarli in assoluto silenzio. È vero che tali fatti sono per essi incomodi al massimo grado ed affatto inconciliabili coi loro concetti teleologici. Da parte nostra noi ci sforzeremo tanto più a metterli in luce. Noi dividiamo completamente l'opinione del celebre naturalista inglese Huxley, il quale nelle sue eccellenti « testimonianze del posto dell'uomo nella natura » nota: « sebbene questi fatti siano ignorati da molti riconosciuti ammaestratori del popolo, essi sono tuttavia facili a verificare ed ammessi concordemente da tutti gli scienziati; mentre d'altra parte la loro importanza è così grande che coloro i quali li hanno debitamente ponderati troveranno, a mio avviso, ben poche altre rivelazioni biologiche che li possano sorprendere ».

Come còmpito principale noi ci proporremo qui dapprima di seguire la sola evoluzione della forma corporea dell'uomo e dei suoi organi, la configurazione esterna ed interna. Però voglio fin d'ora far notare che di pari passo con ciò va l'evoluzione delle *funzioni*. Dovunque, in antropologia come in zoologia (di cui d'altronde la prima non è che una parte), dovunque nella biologia questi due rami di ricerche sono indissolubilmente uniti. Dovunque la forma propria dell'organismo e dei suoi organi interni ed esterni è immediatamente collegata colle particolari manifestazioni vitali o funzioni fisiologiche che sono esercitate da questo organismo e dai suoi organi. Quest'intima correlazione tra forma e funzione, tra strumento e lavoro ci si mostra altresì nell'evoluzione dell'organismo e di tutte le sue parti. La storia dell'evoluzione delle *forme* che per la prima ci occupa dovrebbe perciò in pari tempo essere la storia dell'evoluzione delle *funzioni*, e ciò vale tanto per l'organismo umano quanto per ogni altro organismo.

Certamente devo subito aggiungere che le nostre conoscenze sull'evoluzione delle funzioni sono ancora ben lungi dall'essere così avanzate come quelle sull'evoluzione delle forme. Anzi finora tutta la storia dell'evoluzione o biogenesi, e cioè tanto l'ontogenesi quanto la filogenesi, sono state propriamente in modo quasi esclusivo storia della evoluzione delle forme; la biogenesi delle *funzioni* esiste appena di nome. Di ciò ha solo colpa la fisiologia che finora si è ben poco curata della storia dell'evoluzione lasciandone in massima parte lo studio alla morfologia. Solo recentemente W. Engelmann, W. Preyer ed alcuni altri fisiologi hanno incominciato ad esaminare un po' dappresso anche la genesi delle funzioni.

Già da gran tempo i due rami principali delle ricerche biologiche, la morfologia e la fisiologia, si sono separati ed hanno proceduto per vie diverse. Ciò è affatto naturale poichè tanto gli scopi come i metodi di queste due scienze sono diversi. La *morfologia* o scienza delle forme aspira a comprendere scientificamente le *forme* organiche, le conformazioni interne ed esterne. La *fisiologia* o scienza delle funzioni invece cerca la conoscenza delle *funzioni* organiche, delle attività o manifestazioni vitali (13). Però la fisiologia, sopratutto negli ultimi trent'anni, si è sviluppata molto più unilateralmente che la morfologia. Non solo essa ha pochissimo applicato il metodo *comparativo* per mezzo del quale quest'ultima ha ottenuto i suoi maggiori risultati ma ha anche molto negletto la « storia dell'evoluzione ». Così è poi avvenuto che negli ultimi decennii la morfologia ha di gran lunga sorpassata la fisiologia, sebbene piaccia a quest'ultima di guardare la prima d'alto in basso. La morfologia battendo la strada dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi ha raggiunto i più grandi risultati e quasi tutto ciò che ho da dirvi in queste conferenze intorno alla storia dell'evoluzione umana è stato guadagnato dagli sforzi dei morfologi, non dei fisiologi. Anzi l'indirizzo unilaterale della moderna fisiologia va così in là che essa ha finora trascurato lo studio delle più importanti *funzioni* evolutive, dell'*eredità* e dell'*adattamento*, ed ha lasciato ai morfologi persino questo còmpito puramente *fisiologico*. Quasi tutto ciò che ora sappiamo sull'eredità e sullo adattamento lo dobbiamo ai morfologi, non ai fisiologi. Questi ultimi si occupano tuttora così poco delle funzioni dell'evoluzione come dell'evoluzione delle funzioni.

Sarà quindi solo il còmpito di una futura *fisiogenia* di intraprendere a studiare l'evoluzione delle funzioni collo stesso zelo e successo come è stato fatto già da gran tempo dalla *morfogenia* per l'evoluzione delle forme (14). Voglio spiegarvi con qualche esempio quanto sia intima la loro connessione. Il cuore dell'embrione umano mostra in origine una conformazione molto semplice come quella che si trova solo permanentemente nelle ascidie ed altri animali inferiori; a ciò è legata in pari tempo anche una semplicissima forma di circolazione. D'altra parte vedendo che colle forme perfette del cuore umano è legata una funzione circolatoria affatto diversa dalla prima e molto più complicata, nello studio dell'evoluzione del cuore il nostro còmpito primitivamente morfologico si allargherà da se stesso ad un còmpito fisiologico. Si vedrà così chiaramente che l'ontogenesi del cuore è solo intelligibile mediante la sua filogenesi tanto per ciò che riguarda la funzione quanto per ciò che riguarda la forma. Lo stesso si dica di tutti gli altri organi e delle loro funzioni. Così, per esempio, l'evoluzione del canale digerente, dei polmoni, degli organi sessuali coll'esatto studio comparativo della evoluzione delle forme ci dà in pari tempo importantissime riferenze sull'evoluzione delle corrispondenti funzioni di questi organi.

Tale importantissima condizione di cose ci appare nel modo più chiaro nella storia dell'evoluzione del *sistema nerveo*. Da questo sistema organico dipende nell'economia

del corpo umano la funzione della sensitività, l'attività volitiva ed infine le più alte funzioni psichiche, quelle del pensiero, in breve tutte le diverse funzioni che formano l'oggetto speciale della *psicologia* o scienza dell'anima. La moderna anatomia e fisiologia ci ha convinti che queste *funzioni dell'anima* od *attività psichiche* dipendono direttamente dalla minuta struttura e composizione del sistema nerveo centrale, dalle intime condizioni di struttura del cervello e del midollo spinale. Qui si trova il complicatissimo meccanismo cellulare la cui funzione fisiologica è la *vita psichica* dell'uomo. Esso è così complicato che questa funzione appare persino al più degli uomini come soprannaturale, non spiegabile meccanicamente.

Qui però la storia dell'evoluzione individuale fornisce sulla graduale formazione e sul graduale perfezionamento di questo importantissimo sistema organico le più sorprendenti e significanti notizie. Infatti il primo abbozzo del sistema nerveo centrale nell'embrione umano segue nella stessa semplicissima forma come in tutti gli altri vertebrati. Nell'integumento dorsale esterno si forma un tubo midollare e da questo dapprima un semplicissimo midollo spinale senza cervello quale si presenta per tutta la vita l'organo dell'anima nell'infimo vertebrato, l'*Amphyoxus*. Solo più tardi dall'estremità anteriore di questo midollo spinale nasce un cervello, e cioè un cervello di semplicissima forma come lo si trova permanentemente nei pesci inferiori. Passo a passo questo semplice cervello si sviluppa più oltre attraversando forme che corrispondono a quelle del cervello degli anfibi, dei rettili, dei monotremi, dei marsupiali e delle proscimmie. Solo in ultimo il cervello si eleva a quella forma altissimamente organizzata che distingue le scimmie dai rimanenti vertebrati e che infine raggiunge nella conformazione cerebrale dell'uomo la sua massima perfezione.

Processi affatto analogi di graduale perfezionamento ci insegna la *fisiologia comparata*. Passo a passo, con quella progressiva evoluzione della *forma* del cervello, si perfeziona la sua peculiare *funzione*, l'attività psichica, e perciò dalla storia dell'evoluzione del sistema nerveo centrale noi siamo per la prima volta posti in grado di concepire anche *la formazione naturale della vita psichica dell'uomo*, il graduale sviluppo storico dell'attività mentale umana. Solo coll'aiuto dell'ontogenesi ci è dato conoscere come queste che sono le supreme e più splendide funzioni dell'organismo animale si sono storicamente svolte. In una parola: la storia dell'evoluzione del midollo spinale e del cervello nell'embrione umano ci conduce direttamente alla conoscenza della *filogenesi dello spirito umano*, di quella suprema attività vitale che noi ora nell'uomo giunto al suo completo sviluppo siamo abituati a considerare come qualche cosa di così meraviglioso e soprannaturale. Certamente questo risultato è dei più grandi ed importanti che abbiano dato le ricerche sull'evoluzione. Fortunatamente le nostre conoscenze ontogenetiche sul sistema nerveo centrale dell'uomo sono così soddisfacenti e sono in così bell'accordo coi risultati complementari dell'anatomia e della fisiologia comparata che ci è concessa così una chiara veduta in uno dei più alti problemi filosofici, nella *filogenesi della psiche* o filogenesi dell'attività mentale dell'uomo. Il più valido appoggio ci è dato qui dalla sua embriologia, dall'*ontogenesi della psiche*. Quest'importante parte della psicologia è stata fondata recentemente da W. Preyer nelle sue interessanti opere sopra « l'anima del bambino » e sulla « fisiologia speciale dell'embrione » (18). Noi siamo così ricondotti su quella via che sola ci pone in grado di sciogliere quest'altissimo problema.

SECONDA CONFERENZA

L'antica Filogenesi.

Chi vuole spiegare la creazione dovrà prendere argomento dal corpo organico e dalle parti da cui esso risulta, e su ciò dovrà filosofare; egli dovrà mostrare come queste parti siano sorte e perchè siano sorte colle connessioni che le collegano. Chi però conosce una cosa non direttamente per esperienza ma per le sue ragioni e cause, chi dunque da queste, non dalla esperienza, è costretto a dire: « la cosa deve essere così e non può essere altrimenti, essa deve necessariamente comportarsi così, essa deve avere questi caratteri e non ne può avere altri » costui vede la cosa non solo storicamente ma davvero filosoficamente, ed ha di essa una nozione filosofica. La nostra teoria della generazione sarà una simile nozione filosofica di un corpo organico la quale è molto differente da una nozione puramente storica.

GASPARE FEDERICO WOLFF (1764).

Aristotele. — Malpighi. — Teorie della preformazione.
Ovulisti (Haller, Leibniz). — Animalculisti (Leeuwenhoek, Spallanzani).
Teoria dell'epigenesi. — Gaspare Federico Wolff.

Contenuto della seconda Conferenza.

Evoluzione degli animali di Aristotele. — Sue conoscenze sulla embriologia di animali inferiori. — Sosta delle ricerche di storia naturale nel medio evo cristiano. -- Primo risveglio dell'ontogenesi al principio del secolo decimosettimo. — Fabricio d'Aquapendente. — Harwey. — Marcello Malpighi. — Importanza del pulcino covato. — La teoria della preformazione e dell'inclusione vicendevole dei germi (evoluzione e predelineazione). — Dispiegamento di parti del corpo già presenti ma implicate. — Teoria della predelineazione maschile e femminile. — O lo spermatozoide o l'uovo è l'individuo preformato. — Animalculisti o parteggianti per lo sperma (Leeuwenhoek, Hartsoeker, Spallanzani). — Ovulisti o parteggianti per l'uovo (Haller, Leibniz, Bonnet). — Computo dei germi umani inclusi nell'ovario di Eva. — Scoperta della generazione virginale fatta da Bonnet. — Vittoria della teoria della preformazione dovuta all'autorità di Haller e Leibniz. — Gaspare Federico Wolff. — Suoi casi e suoi lavori. — La *theoria generationis*. — Neoformazione ed epigenesi. — L'evoluzione del canal digerente. — I primordii della teoria dei foglietti (quattro strati o fogli). — La metamorfosi delle piante. — I germi della teoria cellulare. — Filosofia monistica di Wolff.

Bibliografia.

ARISTOTELE, *Cinque libri della generazione e dello sviluppo degli animali;* edizione greca e tedesca di Aubert e Wimmer, 1860.

FABRICIUS AB AQUAPENDENTE, *De formata foetu*, 1600. — *De formatione foetus*, 1604.

MARCELLO MALPIGHI, *De formatione pulli*, 1687. — *De ovo incubato*, 1687.

CASPAR FRIEDRICH WOLFF, *Theoria generationis*, 1759. — *De formatione intestinorum*, 1769.

ALFRED KIRCHHOFF, *Caspar Friedrich Wolff, sein Leben und seine Bedeutung für die Lehre von der organischen Entwickelung*, 1868 (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, vol. IV, pag. 193).

II.

Signori!

Nell'affacciarsi ad una scienza è per molti riguardi vantaggioso gettare dapprima uno sguardo sul modo con cui essa si è sviluppata. Il noto principio che « il divenuto si possa conoscere solo dal suo diventare » trova anche nella scienza stessa la sua applicazione. Seguire il corso graduato dello svolgimento ed accrescimento di essa, sarà il miglior modo di farci una chiara idea del suo còmpito e del suo scopo. Nello stesso tempo, noi vedremo che lo stato presente della storia dell'evoluzione umana, colle sue molte singolarità, può essere compreso giustamente solo quando noi teniamo conto dell'evoluzione storica della nostra scienza. Queste considerazioni non ci tratterranno a lungo. Infatti, la storia dell'evoluzione umana è fra le più giovani delle scienze naturali, e ciò vale per tutte le due parti di essa, tanto per la embriologia od ontogenesi, come per la genealogia o filogenesi.

Se noi facciamo astrazione dei primitivi germi di questa scienza che si trovano nell' antichità classica e dei quali parleremo presto, la vera storia dell'evoluzione umana incomincia, come scienza, solo coll'anno 1759, nel quale uno dei più grandi naturalisti tedeschi, Gaspare Federico Wolff, pubblicò la sua *Theoria generationis.* Solo cinquant'anni più tardi, nel 1809, Giovanni Lamarck pubblicò la sua *Philosophie zoologique,* il primo tentativo di trovar basi per una filogenesi; ed ancora una volta, un mezzo secolo dopo, nell'anno 1859, apparve l'opera di Darwin che noi dobbiamo considerare come il primo svolgimento scientifico di tale tentativo; tuttavia, prima di fermarci sui lavori che hanno poste le basi dell'embriologia umana, diamo un rapido sguardo su quel grande filosofo e naturalista dell'antichità che in questo campo, come in molti altri rami dello scibile umano, durante un lasso di oltre duemila anni si erge solitario, su Aristotele, il padre della storia naturale.

Gli scritti di storia naturale lasciatici da Aristotele trattano lati molto diversi delle ricerche biologiche; l'opera più estesa è la celebre *Storia degli animali.* Però non è meno interessante uno scritto minore *Sulla generazione e sullo sviluppo degli animali* (*Peri Zoon Geneseos*) (15). — Quest'opera tratta specialmente la storia della evoluzione ed ha grande interesse già pel fatto che è la più antica del suo genere e la sola che dalla classica antichità ci sia stata trasmessa relativamente completa. Come gli altri scritti aristotelici di scienze naturali, anche quest'opera, così ricca di fatti, ha per due millennii dominata la scienza intera. Il nostro filosofo era così acuto osservatore come profondo pensatore. Ma, mentre la sua importanza filosofica non fu mai dubbia, i suoi meriti di naturalista osservatore non furono che recentemente apprezzati come meritavano. I naturalisti che verso la metà del nostro secolo sottoposero ad un più minuto esame i suoi scritti di storia naturale rimasero stupefatti dall'inaspettata dovizia di interessanti notizie e di rimarchevoli osservazioni. Riguardo all'embriologia dobbiam qui rilevare in modo speciale che Aristotele la seguì in animali di differentissime classi e che egli, sopratutto nella cerchia degli animali inferiori, conosceva già parecchi dei fatti più notevoli che ci divennero noti solo nel quarantesimo e cinquantesimo

anno del nostro secolo. Così, per esempio, è certo che egli conosceva il modo singolarissimo di riproduzione e di sviluppo dei cefalopodi, nei quali un sacco vitellino pende fuori dalla bocca dell' embrione. Egli sapeva inoltre che dalle uova delle api, anche quando esse non siano fecondate, si sviluppano embrioni; questa cosidetta partenogenesi o generazione virginale delle api è stata confermata solo ai dì nostri dal valente zoologo Siebold di Monaco: questi osservò che dalle uova non fecondate si sviluppano api maschi e solo dalle uova fecondate nascono api femmine (16). Aristotele, infine, racconta che alcuni pesci (del genere *Serranus*) sono ermafroditi, ogni individuo avendo organi maschili e femminili e potendo fecondarsi da sè; anche ciò ultimamente è stato confermato. Così pure gli era noto che l'embrione di molti selaci è connesso col corpo materno da un organo nutritore ricco di sangue, da una specie di placenta come si presenta altrove solo nei mammiferi più elevati e nell'uomo. Questa placenta dei selaci si ebbe per lungo tempo in conto di una favola, finchè il zoologo berlinese Giovanni Müller, nell'anno 1839, riconobbe l'esattezza del fatto. Dall'embriologia di Aristotele si potrebbe ancora citare una quantità di notevoli osservazioni, le quali dimostrano quanto questo grande naturalista fosse famigliare colle ricerche ontogenetiche, e quanto egli, sotto questo rapporto, abbia preceduto i tempi.

Nella maggior parte delle osservazioni egli non si contentava di esporre i fatti ma vi aggiungeva considerazioni sul loro significato. Alcune di queste riflessioni teoriche hanno speciale interesse perchè vi si può riconoscere un giusto concetto fondamentale dei processi embriologici. Egli considera lo sviluppo dell' individuo come una neoformazione nella quale le diverse parti del corpo nascono l'una dopo l'altra. Quando l'individuo umano od animale si sviluppa nel corpo materno o fuori di esso, nell'uovo, deve dapprima formarsi il cuore che egli considera come il punto iniziale ed il centro del corpo. Dopo formatosi il cuore, allora appaiono gli altri organi, gli interni prima degli esterni, i superiori (i quali giaciono sopra al diaframma) prima degli inferiori (che si trovano al disotto di esso). Molto di buon' ora si forma il cervello, dal quale poi crescon fuori gli occhi. Queste affermazioni sono di fatto giustissime. Se poi da questi dati di Aristotele noi cerchiamo di farci un' idea del suo modo di comprendere i processi evolutivi, noi possiamo ben trovarvi un oscuro presentimento di quella teoria ontogenetica che noi oggi chiamiamo *epigenesi* e che, solo duemila anni più tardi, fu realmente dimostrata la sola vera dal Wolff. A tal riguardo è sopratutto molto significante la circostanza che Aristotele negava sotto ogni rapporto l' eternità dell'individuo. Egli affermava che poteva forse essere eterna la specie od il genere che risulta dagli individui simili; ma che l'individuo stesso è passeggero; esso si forma a nuovo durante l'atto della generazione e colla morte si distrugge.

Nei due millennii che vengono dopo Aristotele non abbiamo da menzionare alcun progresso essenziale nella zoologia in generale e specialmente nella embriologia. Si stava contenti di esporre gli scritti di lui, di ricopiarli, di sfigurarli con aggiunte e di tradurli in altre lingue. Ricerche originali, in questo lungo lasso di tempo, non si fecero quasi affatto. Sopratutto durante il medio-evo cristiano in cui, sviluppandosi ed espandendosi l'influenza delle idee religiose, si mettevano insormontabili impedimenti sulla via di tutte le ricerche scientifiche originali, non era affatto questione di una ripresa delle ricerche biologiche. Persino quando nel sedicesimo secolo l' anatomia umana ricominciò a svegliarsi e per la prima volta si rifecero osservazioni originali sulla struttura corporea dell'uomo, gli anatomici non osarono tuttavia di estendere le loro osservazioni sulla conformazione del corpo umano non ancora giunto a sviluppo, sulla

struttura ed evoluzione dell'embrione. L'avversione che si aveva allora generalmente per ricerche di tal fatta aveva diverse cause. Essa appare naturale se si considera che in virtù della bolla di papa Bonifacio VIII era pronunciata la scomunica maggiore contro tutti coloro che avessero ardito dissecare un cadavere umano. Se ora lo studio anatomico del corpo umano sviluppato si teneva già in conto di reato abbominevole, quanto più condannabile ed empio non doveva apparire l'esame del corpo del bambino nascosto nel ventre materno, che il creatore stesso sembrava aver voluto espressamente colla sua posizione celata, sottrarre allo sguardo curioso degli scienziati! La chiesa cristiana che in quel tempo fece, come miscredenti, torturare, impiccare e bruciare molte migliaia di uomini, presentiva già allora, con non fallace istinto, il pericolo che le sovrastava col crescere della sua nemica mortale: la storia naturale; la sua onnipotenza seppe curare che questa non facesse troppo rapidi progressi.

Solo dacchè, per opera della Riforma, fu rotta l'universale potenza della chiesa ortodossa ed un nuovo e vivace soffio intellettuale cominciò a liberare la prostrata scienza dai ferrei ceppi della fede, colla ripresa di altre ricerche scientifiche, anche l'anatomia e l'embriologia umana poterono di nuovo muoversi liberamente. Tuttavia l'ontogenesi rimase molto indietro all'anatomia. Solo al principio del diciasettesimo secolo apparvero i primi scritti ontogenetici. L'impulso fu dato dall'anatomico italiano Fabricio D'Aquapendente, professore a Padova, il quale in due scritti (*De formato foetu*, 1600, e *De formatione foetus*, 1604) pubblicò le prime figure e descrizioni di embrioni dell'uomo e di altri mammiferi, come pure del pulcino. Rappresentazioni parimenti incomplete furono date poi dallo Spigelius (*De formato foetu*, 1631), dall'inglese Needham (1667) e dal suo celebre concittadino Harvey (1652), quello stesso che scoperse la circolazione del sangue nel corpo animale ed enunciò l'importante proposizione *Omne vivum ex ovo* (ogni vivente nasce da un uovo). Il naturalista olandese Swammerdam pubblicò nella sua *Biblia naturae* le prime osservazioni sull'embriologia della rana e sulla cosidetta *segmentazione* del suo tuorlo. Ma le più importanti ricerche ontogenetiche del secolo decimosettimo furono quelle del celebre italiano Marcello Malpighi di Bologna, il quale, tanto in zoologia come in botanica, venne ad aprire nuove vie. Le sue due opere *De formatione pulli* e *De ovo incubato* (1687) contengono la prima esposizione connessa dello sviluppo del pulcino nell'uovo incubato.

Qui io devo dir subito qualche parola della grande importanza che ha appunto il *pulcino* per la nostra scienza. La storia della formazione del pulcino, come del resto di tutti gli uccelli, corrisponde completamente nei suoi fondamenti essenziali con quella di tutti gli altri vertebrati superiori e perciò anche dell'uomo. Le tre classi superiori dei vertebrati: mammiferi, uccelli e rettili (lucertole, biscie, testuggini, ecc.) mostrano fin dal principio del loro sviluppo embrionale in tutte le linee essenziali delle conformazioni corporee e specialmente nei loro primi abbozzi una rassomiglianza così sorprendente che per lungo tempo è impossibile distinguerli (cfr. tavole VI e VII). Già da gran tempo noi sappiamo che non abbiamo che a seguire lo sviluppo di un embrione di uccello, che è il germe più facilmente accessibile, per poterci istruire sul modo d'evoluzione essenzialmente uguale dei mammiferi (perciò anche dell'uomo). Fin da quando, verso la metà e lo scorcio del secolo decimosettimo, si incominciarono a studiare embrioni di uomo e in generale di mammiferi nei loro primi stati si riconobbe presto questo importantissimo fatto. Esso, tanto dal punto di vista pratico che dal teorico, ha la massima importanza. Per la teoria dell'evoluzione si possono trarre da questa primitiva uguaglianza nella struttura degli embrioni di

differentissimi animali le più importanti conclusioni. Per la pratica delle ricerche ontogenetiche essa è poi inapprezzabile, perchè l'ontogenesi degli uccelli, la quale è molto esattamente nota, completa e spiega l'embriologia molto più frammentariamente studiata dei mammiferi. Uova di gallina si possono avere in ogni tempo in qualsiasi quantità e coll'incubazione artificiale si può seguire passo per passo lo sviluppo dell'embrione. Per contro l'evoluzione dei mammiferi è di studio molto più difficile poichè qui l'embrione non si sviluppa isolato in un grande uovo deposto in un corpo indipendente, ma invece il piccolo uovo rimane inchiuso e nascosto fino alla maturità nel corpo materno. Perciò è molto difficile di procurarsi in quantità, come richiede una ricerca concatenata, tutti i singoli stadii dello sviluppo, senza parlare di ragioni estrinseche come la notevole spesa, le difficoltà tecniche e varii altri impedimenti ai quali si urtano le grandi serie di ricerche sui mammiferi fecondati. Perciò da quel tempo sino al giorno d'oggi il pulcino incubato è rimasto l'oggetto che è di gran lunga il più frequentemente ed esattamente studiato. Specialmente coll'aiuto delle covatrici perfezionate è possibile procurarsi dappertutto ed in ogni tempo embrioni di polli in qualsivoglia stadio dello sviluppo e nel numero voluto, e così passo per passo studiarne continuamente l'evoluzione.

Ora la storia dell'evoluzione del pulcino incubato fu già sullo scorcio del diciasettesimo secolo dal Malpighi portata avanti e riconosciuta ne' suoi caratteri più ovvii ed esterni fin dove lo permettevano le incomplete ricerche che erano possibili coi microscopi di allora. Naturalmente il perfezionamento del microscopio e dei metodi tecnici di ricerca era una condizione preventiva necessaria per ricerche embriologiche più esatte. Infatti gli embrioni dei vertebrati, nei loro primi stadi evolutivi, sono così piccoli e delicati, che, senza un buon microscopio e l'applicazione di speciali ausiliari tecnici, non si è affatto in grado di penetrare profondamente nella loro conoscenza. L'applicazione di questi mezzi e un perfezionamento essenziale del microscopio non furono però introdotti che al principio del nostro secolo.

In tutta la prima metà del secolo decimottavo, in cui la storia naturale sistematica degli animali e delle piante, in grazia del celebre *Systema naturae* di Linneo, prese un così potente slancio, la storia dell'evoluzione non fece quasi alcun progresso. Solo nell'anno 1759 apparve in Gaspare Federico Wolff il genio che doveva dare a questa scienza un indirizzo affatto nuovo. Fino a quel tempo l'embriologia d'allora si occupò quasi esclusivamente di infelici tentativi di costrurre diverse teorie evolutive sull'insufficiente materiale di osservazioni che le era stato tramandato.

La teoria che venne allora in vigore, e che fu accettata in modo quasi generale durante tutto il secolo scorso, si chiama, per solito, teoria dello sviluppo o dell'*evoluzione*, meglio, teoria della *preformazione* (17). Essa consiste essenzialmente in questo concetto: nello sviluppo individuale di ogni organismo, di ogni animale e di ogni pianta, ed anche dell'uomo, non ha luogo alcuna vera neoformazione, ma solo un accrescimento ed un dispiegamento di parti che tutte *ab aeterno* sussistevano preformate e complete sebbene molto piccole e completamente implicate le une nelle altre. In ogni germe organico dunque tutte le parti del corpo e tutti gli organi nella forma, posizione e connessione che mostreranno poi, esistono di già preformati; cosicchè tutto il processo evolutivo dell'individuo, tutto il processo ontogenetico, non è altro che una *evoluzione* nello stretto senso della parola, cioè un *dispiegamento di parti preformate, ma insieme intricate.* Dunque, per esempio, in ogni uovo di gallina noi non troviamo già per avventura una semplice cellula che si divida, le cui generazioni cellulari formino i foglietti germinativi

e, per molteplici variazioni, differenziamenti e neoformazioni, costituiscano infine il corpo dell'uccello, ma invece in ogni uovo di gallina è contenuto fin da principio il pulcino completo preformato e insieme ravvolto con tutte le sue parti. Nello sviluppo dell'uovo incubato, queste parti non fanno che separarsi e crescere.

Appena questa teoria fu sviluppata in modo logico essa dovette necessariamente condurre alla *teoria della inclusione vicendevole*[1]. Secondo questa, di ogni specie animale o vegetale non dovette esser creato originariamente che un paio od un individuo; ora questo individuo conteneva già in sè racchiusi i germi di tutti gli altri individui di questa specie che mai avessero vissuto o che fossero ancora per vivere in seguito. Poichè a quel tempo l'età della terra, d'accordo colla cosmogonia biblica, si computava generalmente a cinque o seimila anni, si credette di poter calcolare a un dipresso quanti germi di ogni organismo erano vissuti durante questo lasso di tempo e perciò avevano già esistito inclusi nel primo individuo di questa specie che era stato « creato ». Questa teoria fu, con logica conseguenza, estesa anche all'uomo e perciò venne affermato che la nostra progenitrice comune Eva aveva già contenuto nella sua ovaia, inclusi l'uno nell'altro, i germi di tutti gli umani nascituri.

Dapprima questa teoria si svolse nel modo detto, ammettendo cioè che le creature incluse l'una nell'altra fossero individui *femmine*. Si credette che di ogni specie fosse stato creato in origine un solo paio; che l'individuo femmineo però avesse già contenuti inclusi l'uno nell'altro dentro al suo ovario tutti i germi di tutti gli individui dei due sessi che di tale specie dovessero poi svilupparsi. Tutt'altro aspetto prese poi la teoria della preformazione quando il microscopista olandese Leeuwenhoek, nell'anno 1690, scoprì i filamenti spermatici o spermatozoidi umani e riconobbe che nel liquido mucoso dello sperma o del seme maschile esiste una grande massa di filamenti estremamente tenui che si muovono vivacemente (cfr. fig. 19 nella VII conferenza). Questa sorprendente scoperta fu subito intesa in questo senso che i corpicciuoli viventi che si muovevano vivacemente nel liquido seminale fossero veri animali e cioè i germi preformati delle generazioni future. Quando nella fecondazione s'incontrano le due sorta di elementi sessuali maschili e femminei questi « animaletti spermatici » dovevano penetrare nel fertile terreno dell'uovo, e qui, come il seme di una pianta in un fertile suolo, giungere a sviluppo. Ogni animaletto spermatico dell'uovo sarebbe dunque già un *homunculus*, un piccolo uomo intero: in esso tutte le singole parti del corpo sono già interamente preformate ed oramai non subiscono più che un semplice districamento ed ingrandimento quando giungano nel terreno a ciò propizio dell'uovo femmineo. Anche questa teoria fu logicamente svolta sino al punto di ammettere che in ogni corpo filiforme si trovassero incluse l'una dentro l'altra tutte quante le generazioni successive dei loro discendenti in istato di straordinaria tenuità e di minima grandezza. La ghiandola seminale o testicolo di Adamo conteneva dunque già i germi di tutti i figli dell'uomo che mai abbiano abitato il nostro pianeta terrestre, o lo abitino presentemente o siano per abitarlo in avvenire « sino alla fine del mondo ».

Naturalmente questa « teoria dell'inclusione maschile » dovette, fin dal principio, trovarsi in aperta contraddizione con quella fin allora in voga dell'inclusione

[1] Non esiste un termine in italiano per rendere più esattamente il senso del tedesco « Einschachtelung », francese « emboitement ». Il termine usato dallo Spallanzani nella sua traduzione del Bonnet è « incastro, implicamento o inviluppo vicendevole ».

femminea. Di comune fra le due, c'è solo il falso concetto che ad ogni modo esistano preformati e completi in ogni organismo dei germi inclusi l'un dentro l'altro di innumerevoli generazioni, concetto che propriamente stava anche a base della strana teoria della *prolepsis* di Linneo. Le due opposte teorie dell'inclusione cominciarono subito a combattersi vivacemente e sorsero nella fisiologia del diciottesimo secolo due grandi eserciti, nettamente separati, che dai campi più opposti si combatterono accanitamente: gli animalculisti e gli ovulisti. La lotta fra queste due parti ci deve sembrare oggi molto ridicola, poichè la teoria dell'una è così completamente infondata come quella dell'altra. Come dice Alfredo Kirchhoff nel suo eccellente schizzo biografico di Wolff, « questa disputa, era tanto impossibile a decidere come la questione se gli angeli abitino nello spazio celeste orientale o nell'occidentale ».

Gli *animalculisti*, o partigiani dello sperma, tennero i mobili filamenti spermatici per veri embrioni di animali, e ciò appoggiandosi da un lato sul vivace movimento e dall'altro sulla forma di questi spermatozoidi. Questi mostrano infatti nell'uomo, come nella gran maggioranza dei rimanenti animali, una capocchia ovale allungata, ovoide o piriforme, un sottile pezzo intermedio ed una lunghissima coda estremamente tenue ed affilata (fig. 19). Di fatto tutta questa struttura non è che una semplice cellula e propriamente una cellula flagellata; la capocchia è il nucleo della cellula, circondato da alquanta sostanza cellulare che si continua nel più tenue pezzo intermedio e nella esilissima coda mobile; quest'ultima è equivalente al « flagello » o filo vibratile di altre cellule flagellate. Gli animalculisti però tennero la capocchia per un vero capo di animale ed il resto del corpo per un corpo animale completo. Furono sopratutto Leeuwenhoek, Hartsoeker e Spallanzani quelli che sostennero questa fantastica « teoria della predelineazione ».

La parte opposta, gli *ovulisti* (ovisti), o credenti all'uovo, che stavano saldi alla più antica teoria dell'evoluzione, affermavano per contro che l'uovo fosse il vero embrione animale e che nella fecondazione i zoospermi dessero solo la spinta allo sviluppo dell'uovo, nel quale si dovrebbero trovare incluse l'una dentro all'altra tutte le generazioni. Per tutto il secolo precedente questa opinione ebbe credito indiscusso nella grande maggioranza dei biologi, benchè il Wolff, fin dal 1759, ne avesse mostrata la completa mancanza di fondamento. Essa dovette sopratutto il suo credito al fatto che le più celebri autorità della biologia e filosofia di quel tempo si erano dichiarate in suo favore, fra esse sopratutto Haller, Bonnet e Leibniz.

Albrecht von Haller, professore a Gottinga, il quale viene spesso chiamato padre della fisiologia, era un uomo molto dotto e di varia coltura, ma per ciò che è di un profondo concetto dei fenomeni naturali non ha mai occupato un grado molto elevato e si caratterizzò da se stesso nel miglior modo colla celebre e citatissima proposizione: « Nell'interno della natura non penetra alcuna intelligenza creata — felice colui a cui essa mostra almeno la scorza! ». La migliore risposta a questo modo « corticale » di considerare la natura l'ha data il Goethe nella splendida poesia che conclude colle parole:

« *Natur hat weder Kern noch Schale,*
Alles ist sie mit einem Male!
Dich prüfe Du nur allermeist,
Ob Du Kern oder Schale seist! [1] »

[1] La natura non ha nucleo nè corteccia, essa è insieme un tutto solo! — tu piuttosto esamina te stesso — se tu sii nucleo o corteccia!

Ciò malgrado non son mancati anche recentemente dei tentativi di difendere il punto di vista « corticale » di Haller: specialmente Guglielmo His ha preso a proteggerlo mirabilmente.

Haller sostenne la teoria della evoluzione nella sua celebre opera capitale *Elementa physiologiae* nel modo più deciso colle parole: « *Nulla est epigenesis!* Nessuna parte del corpo animale è stata fatta prima dell'altra e tutte sono create nello stesso tempo (*Nulla in corpore animali pars ante aliam facta est, et omnes simul creatae existunt*) ». Egli negò dunque propriamente ogni vera evoluzione in senso naturale ed andò anzi così oltre da affermare persino nel neonato l'esistenza della barba, nel cerbiatto senza corna l'esistenza dei palchi; tutte queste parti dovevano già essere presenti e complete, benchè provvisoriamente celate all'occhio umano. L'Haller computò persino il numero degli uomini che Dio aveva creati tutti in una volta al sesto giorno della creazione ed inclusi nell'ovaia di madre Eva. Egli li calcola a 200,000 milioni, valutando il tempo scorso dalla creazione del mondo a 6000 anni, la vita media dell'uomo a 30 anni ed il numero degli uomini contemporaneamente viventi a 1000 milioni. E tutto questo fior di assurdità colle conseguenze relative il celebre Haller lo sostiene ancora col miglior successo dopochè già il profondo Wolff aveva scoperta e dimostrata coll'osservazione la vera epigenesi.

Fra i filosofi fu sopratutto il celebrissimo Leibniz che accettò la teoria della preformazione e che colla sua grande autorità, come per la sua ingegnosa esposizione, le guadagnò numerosi aderenti. Appoggiato alla sua teoria delle monadi, secondo la quale anima e corpo si trovano in società eternamente indissolubile e nella loro bi-unità formano l'individuo, la « monade », il Leibniz applicò affatto logicamente la teoria dell'inclusione anche all'anima e negò ad essa una vera evoluzione come si era fatto pel corpo. Egli dice, per esempio, nella sua *Teodicea:* « Così io penserei che le anime che un giorno saranno anime umane come quelle di altre specie, sono state presenti nel seme, che esse hanno sempre esistito in forma di corpi organizzati nei loro progenitori fin da Adamo, cioè fin dal principio delle cose ».

La teoria della inclusione sembrò ricevere importantissimo appoggio di fatto dalle osservazioni di un zelante partigiano, il Bonnet. Questi, nel 1745, scoprì dapprima negli afidi o gorgoglioni la cosidetta *partenogenesi* o generazione virginale, interessante modo di riproduzione che recentemente è stato constatato in molti diversi artropodi; sopratutto crostacei od insetti, da Siebold ed altri (16). In questi ed altri animali inferiori di diversi generi la femmina può seguitare a riprodursi per molte generazioni senza essere stata fecondata da un maschio. Simili uova, che per svilupparsi non han bisogno di fecondazione, sono dette « false uova », pseudova o spore. Il Bonnet osservò dunque per la prima volta che un gorgoglione femmina che egli aveva allevato in segregazione affatto claustrale e riparato da ogni comunanza con maschi, dopo quattro mute partorì all'undecimo giorno una figlia vivente; anzi, entro i venti giorni seguenti ne partorì ancora 94, e che tutte queste, senza aver mai avuto contatto con un maschio, presero presto a moltiplicarsi alla loro volta nella stessa guisa virginale. Fu la volta che si credette di aver dato davvero la prova palpabile, completa, della verità della teoria dell'inclusione e ciò in senso ovulistico; e non è a stupire se oramai essa fu ammessa in modo quasi generale.

Così stavano le cose, quando improvvisamente nell'anno 1759 apparve il giovane Gaspare Federico Wolff, e colla sua nuova teoria dell'epigenesi diede il colpo mortale a tutte le teorie della preformazione. Wolff, figlio di un sarto, era nato nel 1733 a

Berlino e fece i suoi studi di scienze naturali e di medicina dapprima in Berlino al Collegio medico-chirurgico sotto il celebre anatomico Meckel, più tardi in Halle. Qui egli sostenne a 26 anni la prova dottorale e il 28 novembre 1759 difese nella sua tesi di laurea la nuova teoria della vera evoluzione, la « *Theoria generationis* » fondata sulla epigenesi. Questa dissertazione, malgrado il suo piccolo volume e la sua pesante dicitura, è uno dei più preziosi scritti di tutta la letteratura biologica. Essa è tanto notevole per la copia di nuove ed accurate osservazioni, come per le vaste e fecondissime idee che continuamente sono ricavate dalle osservazioni e collegate a formare una luminosa e verace teoria dell'evoluzione. Tuttavia questo notevole scritto non ebbe dapprima quasi alcun risultato. Sebbene gli studi di storia naturale, in seguito all'impulso dato da Linneo, fossero a quel tempo diventati fiorentissimi, sebbene botanici e zoologi non si contassero più a dozzine, ma a centinaia, tuttavia quasi niuno si curò della teoria della generazione di Wolff. Quei pochi che l'avevano letta la ritennero fondamentalmente erronea, così sopra tutti l' Haller. Sebbene Wolff avesse colle più esatte *osservazioni* dimostrata la verità dell'epigenesi e confutate le ipotesi in aria della teoria della preformazione, l'« esatto » fisiologo Haller rimase tuttavia il più ardente seguace di queste ultime e rigettò la giusta teoria di Wolff colla sua sentenza dittatoria: *Nulla est epigenesis!* Niuna meraviglia se tutta la società dei fisiologi della seconda metà del XVIII secolo si sia sottoposta all'editto di questo papa della fisiologia ed abbia combattuto l'epigenesi come novità pericolosa. Più di mezzo secolo dovette passare perchè i lavori di Wolff fossero apprezzati al loro valore. Solo dopochè Meckel nell'anno 1812 ebbe tradotto in tedesco un altro importantissimo scritto del Wolff: *Sulla formazione del canale digerente* (dell'anno 1768) ed ebbe richiamata l'attenzione sulla sua straordinaria importanza, incominciarono ad occuparsi ancora di lui; e tuttavia quell' autore, che omai era scomparso, era quello fra tutti i naturalisti dello scorso secolo che più profondamente era giunto a comprendere l'organismo vivente.

Accadde allora quello che accade così spesso nella storia delle conoscenze umane, la nascente verità fu soverchiata dall'errore che aveva per sè la forza dell'autorità. La lampante evidenza della epigenesi non riuscì a penetrare la fitta nebbia del dogma della preformazione, ed il suo ingegnoso scopritore nella lotta per la verità fu vinto dalla prepotenza dei nemici. Con ciò era frattanto impedito ogni altro progresso della embriologia. Ciò è tanto più deplorevole, inquantochè il Wolff, la cui posizione materiale era poco fortunata, fu alfine obbligato da ciò ad abbandonare la sua patria tedesca. Naturalmente privo di mezzi, solo fra le maggiori strettezze egli aveva potuto terminare la sua classica opera, ed allora fu costretto a guadagnarsi il pane facendo il medico pratico. Durante la guerra dei sette anni egli lavorò nel lazzaretto di Slesia, tenne nell'Ambulanza di Breslau segnalate lezioni sull'anatomia, e con ciò destò l'attenzione dell'eminente direttore del lazzaretto, Cothenius. Dopo conclusa la pace, quest'alto protettore cercò di procurare al Wolff un insegnamento in Berlino. Frattanto ciò non riuscì per la meschinità dei professori del Collegio medico-chirurgico di Berlino, che erano avversi a qualunque progresso scientifico. La teoria dell'epigenesi fu perseguitata da questo sapientissimo Collegio come la più pericolosa eresia, come avvenne ancora un decennio fa per la teoria della discendenza. Sebbene il Cothenius ed altri protettori a Berlino si adoperassero caldamente a pro del Wolff, tuttavia non fu loro possibile di procurargli nemmeno il permesso di tenere a Berlino conferenze pubbliche sulla fisiologia. La conseguenza fu che il Wolff

si vide costretto a seguire un onorifico invito direttogli nel 1766 dall'imperatrice Catterina di Russia. Egli andò a Pietroburgo, dove egli visse ai suoi lavori altri 27 anni (17).

Il progresso portato da Wolff in tutta la biologia era grandioso. La massa di nuove e importanti osservazioni e di grandi e feconde idee che sono accumulate nei suoi scritti è così considerevole che noi solo poco alla volta nel corso del presente secolo abbiamo appreso ad apprezzarne tutto il valore ed a comprenderne l'importanza. Il Wolff ha nelle più diverse direzioni aperto la giusta via alle scienze biologiche. In primo luogo colla teoria della *epigenesi* egli ci ha per la prima volta aperto l'intendimento della vera *natura* dello sviluppo organico. Egli dimostrò in modo convincente che lo sviluppo di ogni organismo risulta da una serie di *neoformazioni* e che nè nell'uovo, nè nel seme maschile non esiste traccia della forma dell'individuo sviluppato. Questi sono invece semplici corpi che hanno tutt'altra significazione. Il germe od embrione che se ne sviluppa è per la sua intima struttura e per la sua configurazione esterna completamente diverso dall'organismo sviluppato. Non si tratta mai qui di parti preformate, mai di inclusione. Oggidì questa teoria dell'epigenesi è appena lecito chiamarla ancora *teoria*, perchè ci siamo completamente convinti della giustezza del *fatto*, e lo possiamo dimostrare ad ogni istante coll'aiuto del microscopio.

La completa dimostrazione empirica della teoria dell'epigenesi venne data dal Wolff nel suo classico scritto *Sulla formazione del canale digerente* (1768). Allo stato adulto il sistema digerente del pollo è un lungo tubo molto complicato cui si attaccano i polmoni, il fegato, le ghiandole salivari e molte ghiandole minori. Il Wolff dimostrò ora che nell'embrione di pollo nei primi tempi dell'incubazione, di questo tubo complicato con tutte le sue molteplici parti non v'ha ancora traccia, ma c'è, invece di esso, un corpo piatto a mo' di foglia, e che in generale tutto l'embrione ha, nei primi tempi, la forma di una *foglia* piatta, ovale, allungata. Se si considera come era difficile coi cattivi microscopi del secolo scorso un esatto studio di strutture così straordinariamente fine e delicate come il primo abbozzo fogliforme del corpo dell'uccello, si deve restare meravigliati della rara facoltà d'osservazione del Wolff, il quale, appunto in quest'oscurissima parte dell'embriologia, stabilì già i fatti più importanti. Appunto da queste difficilissime ricerche egli fu condotto al giusto concetto che in tutti gli animali superiori come negli uccelli l'intero corpo dello embrione è rappresentato per un certo tempo da un disco piatto, sottile, simile ad una foglia; dapprima esso è semplice, in seguito è poi composto di varii strati. Il più profondo di tali strati o foglietti è il canal digerente di cui il Wolff seguì interamente lo sviluppo dal principio fino al suo stato perfetto. Egli dimostrò come l'abbozzo fogliforme di esso si foggi dapprima a solco, come i margini di questo solco si pieghino l'uno verso l'altro e si saldino formando un canale chiuso e come, infine, da questo tubo si producano le due aperture esterne (boccale ed anale).

Ma al Wolff non sfuggì anche l'importante fatto che, in modo affatto simile, anche i rimanenti sistemi organici del corpo da abbozzi a mo' di foglia si foggiano a tubi. Anche il sistema nerveo, il sistema muscolare, il sistema vascolare, con tutti i diversi organi che vi appartengono, si svolgono da una semplice base fogliforme, tanto come il sistema digerente. Così è che il Wolff, sin dal 1768, arriva all'importantissima nozione che, solo mezzo secolo più tardi, fu trasformata dal Pander nella fondamentale « teoria dei foglietti germinativi ». La proposizione nella quale il Wolff esprime il

concetto fondamentale di quest'ultima è così rimarchevole che noi la citiamo qui letteralmente: « Questa non già immaginaria, ma fondata sulle più sicure osservazioni, ed altamente meravigliosa analogia di parti che in natura divergono tanto l'una dall'altra merita al massimo grado l'attenzione dei fisiologi, poichè si concederà facilmente che essa ha un profondo significato ed ha strettissima relazione colla generazione e colla natura degli animali. Sembra che siano a diverse riprese stati formati l'un dopo l'altro, secondo uno stesso tipo, diversi sistemi dai quali poi risulti un animale intero, e che perciò questi siano l'un l'altro simili se anche per la lor natura diversi. Il sistema che prima viene prodotto, che dapprima assume un aspetto determinato suo proprio, è il sistema nerveo. Quando questo è compiuto si forma sullo stesso tipo la massa delle carni che costituisce propriamente l'embrione. Dopo ciò appare un terzo sistema, il vascolare, che certo non è sì dissimile dai primi che non possa essere in esso facilmente riconosciuta quella forma che si è descritta come appartenente in comune a tutti i sistemi. A questo segue il quarto sistema, l'intestino, che a sua volta è formato sullo stesso tipo e, come un tutto compiuto in sè rinchiuso, appare simile ai tre ». Con quest'importantissima scoperta il Wolff pose già le prime basi della fondamentale « teoria dei foglietti germinativi » che non fu svolta completamente, se non molto più tardi, dal Pander (1817) e dal Baer (1828). Certo le parole del Wolff, prese alla lettera non sono esatte, ma con esse egli si avvicinò già alla verità tanto quanto si poteva aspettare da lui e quanto ad ogni modo era a quel tempo possibile.

Il Wolff deve in gran parte la vastità dei suoi concetti sulla natura, alla circostanza che egli era così distinto botanico come zoologo. Egli studiò in pari tempo anche lo sviluppo delle piante e fondò, primo nel campo della botanica, quella dottrina che più tardi fu svolta dal Goethe nel suo ingegnosissimo scritto sulla *Metamorfosi delle piante.* Pel primo il Wolff ha dimostrato che tutte le diverse parti delle piante si possono ricondurre alla *foglia* come a loro base comune od « organo fondamentale ». Il fiore ed il frutto con tutte le loro parti non risultano che da foglie trasformate. Questa scoperta dovette tanto più sorprendere Wolff inquantochè anche negli animali, come nelle piante, egli aveva riconosciuto in un semplice abbozzo a mo' di foglia la prima forma del corpo embrionale.

Per tal modo noi troviamo già in Wolff i chiari germi di quelle teorie che, molto più tardi, altri ingegnosi naturalisti dovevano mettere a base della conoscenza morfologica del corpo animale e vegetale. Ma ancora più alto salirà la nostra ammirazione per questo genio eminente se noi troviamo in lui anche uno dei primi precursori della celebre *teoria cellulare.* Di fatto, come ha mostrato per primo l'Huxley, Wolff ha già avuto una chiara percezione di questa teoria fondamentale, considerando piccole vescicole microscopiche come le parti elementari da cui si costituivano i foglietti.

Infine è d'uopo ancora far notare in modo speciale il carattere *meccanistico* delle profonde riflessioni filosofiche che il Wolff collegava dappertutto alle sue ammirevoli osservazioni. *Wolff era un grande filosofo naturale monistico* nel miglior senso della parola. È vero che le sue ricerche filosofiche, tanto come le sue ricerche empiriche, rimasero ignorate per oltre un secolo. Tanto più noi vogliamo qui rilevare il fatto che esse si mossero sempre strettamente su quella via filosofica che sola è giustificata la quale noi chiamiamo monistica.

TERZA CONFERENZA

La nuova Embriologia.

« La storia dello sviluppo è la vera fiaccola delle ricerche sui corpi organici. Ad ogni passo essa trova la sua applicazione e tutti i concetti che noi ci facciamo dei rapporti reciproci dei corpi organici sentiranno l'influenza delle nostre conoscenze sullo sviluppo. Volerne dare la prova per tutti i rami della scienza sarebbe un lavoro infinito ».

Carlo Ernesto von Baer (1828).

Cristiano Pander (1817). — Carlo Ernesto von Baer (1828). Roberto Remak (1850). — Teoria dei foglietti germinativi. — Strati del corpo animale. — Teoria dei parablasti. — Simbiosi dei vertebrati. Teoria della gastrea.

Contenuto della terza Conferenza.

Carlo Ernesto von Baer quale più importante successore di Wolff. — La scuola embriologica di Würzburg: Döllinger, Pander, Baer. — Teoria dei foglietti germinativi di Pander. — Suo completo svolgimento per opera di Baer. — Il germe discoide si scinde dapprima in due foglietti germinativi ciascuno dei quali si scinde a sua volta in due strati. — Dal foglietto germinativo esterno od animale nasce lo strato cutaneo e lo strato carnoso. — Dal foglietto germinativo interno o vegetativo nasce lo strato vascolare e lo strato mucoso. — Importanza dei foglietti germinativi. — Loro trasformazione in tubi. — Scoperta fatta da Baer dell'uovo umano, della vescicola germinativa e del bastone assile. — I quattro tipi di evoluzione nei quattro grandi gruppi del regno animale. — La legge di Baer del tipo di sviluppo e del grado di perfezione. — Successori di Baer: Rathke, Giovanni Müller, Bischoff, Kölliker. — La teoria cellulare: Schleiden, Schwann. — Sua applicazione all'ontogenesi: Roberto Remak. — Regressi dell'ontogenesi: Reichert ed His. — Le teorie meccaniche dello sviluppo di Guglielmo His. — Teoria sartoria e teoria dei parablasti. — Germe principale e germe secondario. — La simbiosi dei vertebrati. — Spiegazione meccanica dei processi ontogenetici. — Teoria della gastrea. — Omologia dei due foglietti germinativi primarii. — Protozoi e metazoi. — — Celenterii e celomari. — Teoria celomica di Hertwig. — I quattro foglietti germinativi secondarii. — Progressi della nuova ontogenesi.

Bibliografia.

CARL ERNEST VON BAER, *Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion*, 1828.

ROBERT REMAK, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere*, 1850.

ALBERT KÖLLIKER, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere*, 1861; 2ª ediz. 1884 (traduzione francese. Paris 1882).

ERNEST HAECKEL, *Generelle Ontogenie*, 1866 (*Allgemeine Entwickelungsgeschichte der organische Individuen*). V. libro della *Generelle Morphologie* (vol. II, p. 1-300).

OSCAR HERTWIG, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere* (2ª edizione, 1890).

FRANCIS BALFOUR, *A treatise of comparative embryology*, 1880 (trad. francese. Paris 1884).

KORSCHELT und HEIDER, *Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellossen Thiere*, 1890.

III.

Signori!

Se noi nel nostro sguardo storico sullo sviluppo dell'ontogenesi umana vogliamo distinguere diverse parti principali noi possiamo convenientemente stabilirne tre. La *prima* parte ci ha occupati nella precedente conferenza e comprende tutto il periodo preparatorio delle ricerche embriologiche; esso si estende da Aristotele sino a Gaspare Federico Wolff, sino all'anno 1759 in cui apparve la fondamentale *Theoria generationis.* La *seconda* parte, della quale vogliamo occuparci oggi, dura esattamente un secolo, cioè fino all'apparire dell'opera di Darwin sull'origine della specie, la quale, nel 1859, trasformò nei suoi fondamenti tutta la biologia ed anzitutto l'ontogenesi. Il *terzo* periodo prenderebbe solo il suo punto di partenza dal Darwin. L'ascrivere al secondo periodo la durata appunto di un secolo, non è interamente giusto, inquantochè l'opera di Wolff, per mezzo secolo, sino all'anno 1812, passò quasi affatto inosservata. Durante tutto questo tempo, per 53 anni, non apparve anche pur un libro che abbia progredito nella via aperta dal Wolff, e che abbia svolto più oltre la sua teoria evolutiva. Solo occasionalmente i concetti del Wolff, concetti interamente esatti e fondati direttamente sull'osservazione, vennero ricordati, ma rigettati come errore; i suoi avversari, i partigiani della falsa e allor dominante teoria della preformazione non gli fecero nemmeno l'onore di confutarlo. Questo ingiusto disprezzo si deve sopratutto alla straordinaria autorità del celebre Albrecht von Haller; esso è un sorprendente esempio dell'influenza che una potente autorità può, come tale, esercitare lungamente di fronte all'evidenza dei fatti dimostrati.

Le opere del Wolff erano tanto generalmente ignorate che, al principio del nostro secolo, due filosofi della natura, Oken (1806) e Kieser (1810) poterono instituire ricerche originali sullo sviluppo del canal digerente nel pulcino e riuscire sulla giusta traccia dell'ontogenesi senza saper nulla dell'importante opera di Wolff sul medesimo argomento; essi camminavano sulle sue orme senza sospettarlo. Ciò si può facilmente dimostrare pel fatto che essi non andarono così lungi come lo stesso Wolff. Solo quando, nell'anno 1812, Meckel ebbe tradotto in tedesco il libro di Wolff sulla formazione dell'intestino ed ebbe richiamata l'attenzione sulla sua grande importanza, furono subitamente agli anatomici e fisiologi aperti gli occhi. Subito dopo noi vediamo tutta una folla di biologi occupati ad instituire nuove ricerche embriologiche e a lavorare alla teoria wolffiana dell'epigenesi.

L'università di Würzburg fu il luogo da cui questo rinascimento dell'ontogenesi e l'ulteriore sviluppo della teoria dell'epigenesi presero le mosse. Colà insegnava allora un segnalato biologo, il Döllinger, padre del famoso teologo di Monaco che si rese così benemerito ai nostri giorni per la sua opposizione contro al nuovo dogma dell'infallibilità del papa. Il Döllinger era un naturalista filosofo tanto valente pensatore quanto esatto osservatore biologico; egli nutriva il massimo interesse per l'embriologia e si occupò molto di essa. Tuttavia, personalmente, egli non compì grandi lavori in questo campo. Giunse allora a Würzburg, nel 1816, un giovane dottore in medicina,

di fresco laureato, nel quale impareremo a conoscere il più importante successore di Wolff, cioè Carlo Ernesto von Baer. I colloqui tenuti da questi con Döllinger sopra l'embriologia diedero occasione a nuove ed estese ricerche. Quest'ultimo espresse infatti il desiderio che, sotto la sua guida, un giovane naturalista ricominciasse delle osservazioni originali sullo sviluppo del pulcino durante l'incubazione dell'uovo. Poichè nè egli stesso, nè il Baer non potevano disporre della somma abbastanza rilevante che era richiesta allora per avere una covatrice meccanica e per far esattamente disegnare da un abile artista, ciò che era ritenuto indispensabile, gli stadi d'evoluzione osservati, così si lasciò l'esecuzione di queste ricerche a Cristiano Pander, ricco amico di giovinezza del Baer che questi aveva spinto a venire a Würzburg. Per la esecuzione delle necessarie calcografie s'impegnò un esperto artista, il Dalton.

Si formò allora, come dice il Baer, « quella lega sempre memorabile per le scienze naturali nella quale un veterano incanutito nelle ricerche fisiologiche (il Döllinger), un giovine ardente di zelo per la scienza (il Pander) ed un impareggiabile artista (il Dalton) si unirono per conquistare colle loro forze riunite una solida base per l'evoluzione dell'organismo animale ». In breve tempo lo sviluppo del pulcino, cui il Baer, non direttamente, ma indirettamente, prese il massimo interesse, fu portato così oltre, che il Pander, nella sua dissertazione (20) apparsa nel 1817, potè già per la prima volta tracciare con sicure linee fondamentali lo sviluppo del pulcino sulle basi della teoria di Wolff; egli per la prima volta espresse chiaramente la teoria dei foglietti germinativi preparata da quest'ultimo e dimostrò coll'osservazione lo sviluppo da lui presentito dei complicati sistemi di organi da semplici organi primitivi fogliformi. Secondo il Pander l'abbozzo embrionale fogliforme dell'uovo di gallina si scinde già, prima della dodicesima ora di incubazione, in due diversi strati, un *foglio sieroso* esterno ed un *foglio mucoso* interno; fra i due si sviluppa più tardi un terzo strato, il *foglio vascolare.*

Carlo Ernesto von Baer, che essenzialmente aveva dato occasione alle ricerche di Pander e che, dopo la partenza di questi da Würzburg, aveva conservato per esse il massimo interesse, cominciò le sue proprie e molto più estese ricerche nel 1819. Come primo maturo frutto di queste egli pubblicò, dopo nove anni, la sua celebre opera sullo « sviluppo degli animali; osservazione e riflessione ». Ancor oggidì questo classico libro è tenuto a ragione come un vero modello di accurata osservazione empirica collegata colla più ingegnosa speculazione filosofica. La prima parte apparve nel 1828, la seconda nove anni più tardi, nel 1837 (21). L'opera di Baer è rimasta la salda base su cui tutta la susseguente embriologia fino al dì d'oggi ha seguitato ad edificare. Essa oltrepassò di tanto quelle de' suoi predecessori e segnatamente anche di Pander, che essa, a lato delle opere del Wolff si deve considerare come la più importante base della nuova ontogenesi. Poichè il Baer è fra i più grandi naturalisti del nostro secolo ed anche in altri rami della biologia ha esercitato un'influenza molto favorevole, stimiamo interessante aggiungere qui alcune notizie sulle vicende della sua vita.

Carlo Ernesto von Baer nacque nel 1792 in Estonia sul piccolo fondo paterno di Piep. Egli fece i suoi studi dal 1810 al 1814 a Dorpat ed andò in seguito a Würzburg dove il Döllinger non solo lo istradò nell'anatomia comparata e nell'ontogenesi ma sopratutto, col suo indirizzo filosofico, esercitò su di lui un'influenza molto feconda e stimolante. Da Würzburg il Baer andò a Berlino e poi, seguendo un invito del fisiologo Burdach, a Königsberg, dove egli tenne, con alcune interruzioni, sino al 1834, delle lezioni sulla zoologia e l'embriologia e terminò i suoi importanti lavori. Nell'anno 1834 egli andò a Pietroburgo come membro di quell'Accademia; qui però abbandonò

interamente il suo primo campo di studi e si occupò di varie ricerche scientifiche di indole ben diversa, cioè di ricerche geografiche, geologiche, etnografiche ed antropologiche. Passò gli ultimi anni della sua vita in Dorpat dove egli morì nel 1876. Fra i suoi lavori sono di gran lunga i più notevoli quelli sullo sviluppo degli animali; essi furono eseguiti quasi tutti in Königsberg sebbene, in parte, pubblicati solo più tardi. I meriti loro, come quelli degli scritti di Wolff, sono molteplici e si estendono nelle più varie direzioni su tutto il campo dell'ontogenesi.

Anzitutto il Baer costrusse la fondamentale *teoria dei foglietti blastodermici* nel suo complesso e nei suoi particolari e ciò in modo così chiaro e completo che essa è tenuta d'allora in poi come necessario punto di partenza di tutte le ricerche ontogenetiche. Il Baer ammise che in tutti i vertebrati si formino nella stessa guisa dapprima due e poi quattro foglietti e che dalla loro trasformazione in *tubi* risultino i primi *organi fondamentali* del corpo. Secondo il Baer, il primo abbozzo del corpo dei vertebrati quale si vede sullo sferico tuorlo dell'uovo fecondato è un disco ovale che dapprima si divide in due foglietti o strati. Dallo strato esterno o *foglietto animale* si sviluppano tutti gli organi che compiono le funzioni della vita animale: le funzioni del senso, del moto, della protezione del corpo. Dallo strato inferiore o *foglietto vegetativo* nascono tutti gli organi da cui dipende la vegetazione del corpo, da cui dipendono cioè le funzioni della nutrizione, della digestione, della circolazione e della respirazione, infine le funzioni della escrezione, della riproduzione, ecc.

Ciascuno di questi due foglietti primitivi si scinde a sua volta, secondo il Baer, in due fogli più sottili o lamelle giacenti l'una sull'altra. Le due lamelle del foglio superiore od animale son dette da lui strato cutaneo e strato carnoso. Dalla più superficiale di queste due lamelle, dallo *strato cutaneo* si forma la pelle esterna o l'integumento, ed il sistema nerveo centrale cioè il tubo midollare e il cervello e gli organi dei sensi. Dal sottostante *strato carnoso* si sviluppano i muscoli o parti carnose e l' interna impalcatura ossea, in breve, gli organi del movimento. In guisa al tutto simile si divide ora, secondo Baer, anche il foglietto inferiore o vegetativo in due lamelle che egli chiama strato vascolare e strato mucoso. Dal più esterno di questi, dallo *strato vascolare*, si formano il cuore ed i vasi sanguigni, la milza e le altre cosidette ghiandole vascolari, i reni e le ghiandole sessuali. Finalmente dal quarto e più profondo strato, dallo *strato mucoso*, si sviluppa l'interno epitelio nutritizio del canal digerente e tutte le sue appendici, fegato, polmoni, ghiandole salivari, ecc. Come il Baer aveva riconosciuto giustamente, in complesso, la significazione di questi *quattro foglietti germinativi secondari*, così egli seguì anche con molta perspicacia la loro trasformazione negli organi fondamentali tubulari. Egli risolse primo il difficile problema come da questo piatto *disco germinativo fogliforme* quadruplicemente stratificato si sviluppi la forma affatto diversa del corpo del vertebrato, e ciò col dire che questi foglietti diventano *tubi*. I fogli piatti si curvano in seguito a determinate condizioni di accrescimento, i margini dei fogli incurvati crescono l' un verso l' altro e si appressano sempre più, infine essi si saldano ai punti di contatto. Così dal foglio intestinale piatto si forma un tubo intestinale cavo, dal piatto foglio midollare, un tubo midollare cavo, dal foglio cutaneo un cilindro cutaneo, e così via.

Fra i numerosi e grandi meriti che il Baer si acquistò nell'ontogenesi specialmente dei vertebrati, bisogna qui dapprima rilevare la *scoperta dell'uovo umano*. Per vero già il più degli antichi naturalisti avevano ammesso che l'uomo, come gli altri animali, si sviluppi da un uovo. La teoria della preformazione ammetteva ben già

che tutte le generazioni passate, presenti e future del genere umano esistessero già incluse nelle uova di madre Eva. Ma di fatto il vero uovo dell'uomo e degli altri vertebrati rimase ignoto sino al 1827. Quest'uovo è invero straordinariamente piccolo, è una vescicola sferica del diametro di solo $^1/_{10}$ di linea ossia di 0,2 mm. che in condizioni propizie si può vedere ad occhio nudo come un punticino, ma che in condizioni non favorevoli non si può affatto distinguere. Questa vescicola si sviluppa nell'ovario della femmina, entro una speciale vescicola sferica molto maggiore che, dal nome del suo scopritore, si chiama follicolo di Graaf, e che prima era creduta generalmente essere il vero uovo. Solo nell'anno 1827 il Baer dimostrò che questi follicoli di Graaf non sono le vere uova dell'uomo, ma che queste ultime, molto più piccole, sono racchiuse nei primi (cfr. la chiusa della XXIX Confer.).

Baer fu poi il primo che osservò la cosidetta vescica embrionale dei mammiferi, cioè quella vescica sferica che si sviluppa dall'uovo fecondato e la cui sottile parete è composta da un unico strato di cellule regolarmente poligonali (cfr. fig. 101 nella XII Confer.). Un'altra scoperta del Baer, che ebbe grande importanza pel concetto tipico dei vertebrati e dell'organizzazione caratteristica di questo gruppo animale il quale comprende anche l'uomo, fu l'aver scoperto il bastone assile o *chorda dorsalis.* È questo un lungo e sottile bastone cartilagineo cilindrico che nell'embrione di tutti i vertebrati passa per l'asse longitudinale di tutto il corpo, si sviluppa molto di buon'ora e rappresenta il primo fondamento dell'asse scheletrico solido dei vertebrati, cioè della spina dorsale. Nell'infimo fra tutti i vertebrati, il rimarchevole *Amphyoxus*, tutto lo scheletro interno resta anzi limitato per tutta la vita a questa corda. Ma anche nell'uomo e in tutti i vertebrati superiori è solo in seguito che si sviluppa intorno a questa corda la colonna vertebrale e poscia il cranio.

Per quanto importanti fossero per l'ontogenesi queste e molte altre scoperte di Baer, tuttavia le sue ricerche acquistarono sopratutto la massima importanza per aver egli, per la prima volta, preso a studiare lo sviluppo del corpo animale in via *comparativa.* Certo furono i vertebrati (sopratutto uccelli e pesci) quelli di cui il Baer seguì di preferenza lo sviluppo. Ma egli non si limitò per nulla a questi soli, ma fece entrare nella cerchia delle sue osservazioni anche i diversi animali invertebrati. Il risultato più generale di queste ricerche d'embriologia comparata fu questo, che il Baer ammise quattro modi di sviluppo interamente differenti e conseguentemente quattro diversi grandi gruppi del regno animale. Questi gruppi primarii o tipi sono: 1° i *vertebrati* (*vertebrata*); 2° gli *articolati* (*articulata*); 3° i *molluschi* (*mollusca*); 4° gli animali inferiori che a quel tempo erano erroneamente riuniti tutti insieme col nome di *raggiati* (*radiata*). Giorgio Cuvier aveva distinto per la prima volta, nel 1812, questi quattro tipi del regno animale ed aveva mostrato che essi in tutta la loro struttura interna, nella costituzione e posizione dei sistemi organici presentano delle differenze molto essenziali e tipiche; che per contro tutti gli animali di uno stesso tipo, per esempio tutti i vertebrati, malgrado ogni più grande dissomiglianza esterna concordano tuttavia essenzialmente nell'interna struttura. Il Baer però diede, per la prima volta, la prova che questi quattro tipi si sviluppano anche dall'uovo in guisa interamente differente e che la serie delle forme embrionali di sviluppo in tutti gli animali di un tipo è fin dal principio la stessa e invece nei differenti tipi diversa. Fino a quel tempo nella classificazione del regno animale si era sempre cercato di ordinare tutti gli animali, dagli infimi sino ai più elevati, dall'infusorio sino all'uomo, in una sola serie concatenata di forme; valeva in modo quasi generale la falsa proposizione che dagli

infimi animali sino ai più elevati ci sia una sola ininterrotta gradazione di sviluppo. Per contro Cuvier e Baer provarono che questo concetto è fondamentalmente falso e che piuttosto si devono distinguere tanto riguardo alla struttura anatomica che riguardo allo sviluppo embrionale quattro tipi animali interamente distinti.

In seguito a questa scoperta il Baer giunse poi ancora a stabilire una legge molto importante che noi, in suo onore, chiameremo legge di Baer e che egli stesso esprime in questi termini: « lo sviluppo d'un individuo di una data forma animale viene determinato da due condizioni: 1° da un progressivo perfezionamento del corpo animale dovuto a crescente differenziamento istologico e morfologico; 2° in pari tempo da un progredire da una forma più generale del tipo verso una forma più speciale. *Il grado di perfezione nel corpo animale* consiste in un maggiore o minore grado di eterogeneità delle parti elementari e delle singole parti di un apparato complesso, in una parola, *nel maggior differenziamento istologico e morfologico. Il tipo invece sta nei rapporti di posizione degli elementi organici e degli organi.* Il tipo è affatto diverso dal grado di perfezione, cosicchè lo stesso tipo può presentarsi in parecchi gradi di perfezione e viceversa lo stesso grado di perfezione può essere raggiunto in più tipi ». Così si spiega il fatto che gli animali più perfetti di ciascun tipo, per esempio, gli articolati e molluschi più elevati, sono molto più perfettamente organizzati, cioè molto più fortemente differenziati che gli animali più imperfetti di ogni altro tipo, per esempio, gli infimi vertebrati e raggiati.

Questa « *legge di Baer* » ha avuto la massima importanza pel progredire delle conoscenze sull'organizzazione animale, sebbene solo più tardi noi siamo stati messi in grado dal Darwin di conoscere ed apprezzare la sua vera significazione. Vogliamo fin d'ora osservare che essa può essere interamente compresa solo colla teoria della discendenza, col riconoscere l'importantissima parte che nella produzione delle forme organiche spetta all'*eredità* ed all'*adattamento*. Come ho mostrato nella mia *Morfologia generale* (vol. II, pag. 10), il *tipo di evoluzione* è la conseguenza meccanica della *eredità;* il *grado di perfezione* invece è la conseguenza meccanica dell'*adattamento*. Eredità ed adattamento sono quei fattori meccanici della produzione di forme organiche i quali nell'ontogenesi furono introdotti solo colla teoria darwiniana della selezione e per mezzo dei quali noi siamo giunti per la prima volta a comprendere la legge di Baer.

I memorabili lavori del Baer suscitarono in più ampia cerchia uno straordinario interesse per le ricerche embriologiche. Perciò noi vediamo in seguito ad essi un gran numero di osservatori inoltrarsi in questo nuovo campo di studi e in breve con lodevole diligenza allargarlo notevolmente con numerose scoperte. Dapprima si riattaccarono alle ricerche del Baer quelle ottime di Enrico Rathke di Königsberg (morto nel 1860); questi promosse notevolmente tanto l'embriologia degli invertebrati (crostacei, insetti, molluschi), come anche, e sopratutto, quella dei vertebrati (pesci, chelonii, ofidi, coccodrilli). Sulla embriologia dei mammiferi abbiamo avuto i primi dati estesi dalle accurate ricerche di Guglielmo Bischoff di Monaco; le sue embriologie del coniglio (1840), del cane (1842), del porcellino d'India (1852) e del capriolo (1854) formano fin qui a tal riguardo le più importanti basi. In quel torno anche l'embriologia degli animali invertebrati prese un notevole slancio; in questo oscuro campo la via fu aperta sopratutto dalle ricerche del celebre zoologo berlinese Giovanni Müller sugli echinodermi, poi da quelle di Alberto Kölliker di Würzburg sui cefalopodi, di Siebold e di Huxley sui vermi e zoofiti, di Fritz Müller (Desterro) sui crostacei, di Weismann sugli insetti, ecc. Il numero degli studiosi in questo campo è recentemente

cresciuto di molto ed ha prodotto una massa di nuove e sorprendenti scoperte. Tuttavia in molti recenti lavori embriologici si nota che i loro autori conoscono troppo poco l'anatomia comparata. Alle più notevoli embriologie recenti appartengono fra altre quelle di A. Kovalevsky, E. Ray-Lankester, Edoardo Van Beneden, E. Selenka, C. Rabl, B. Hatschek, F. Balfour, O. ed R. Hertwig, ecc. (22).

Un progresso molto importante della nostra scienza in generale si ebbe nel 1839 in cui venne fondata la *teoria cellulare*, con che fu subitamente aperto anche all'embriologia un nuovo campo di ricerche. Dopochè dapprima il celebre botanico M. Schleiden di Jena nel 1838 ebbe dimostrato per mezzo del microscopio che ogni corpo vegetale è costituito di numerose particelle elementari, le cosidette cellule, un allievo di Giovanni Müller, Teodoro Schwann di Berlino, applicò immediatamente questa scoperta al corpo animale (23). Egli mostrò che anche nel corpo dei più diversi animali coll'esame microscopico dei tessuti si poteva verificare dappertutto che le stesse cellule erano i veri semplici materiali di costruzione da cui risultava l'organismo. Tutti i molteplici tessuti del corpo, i così diversi tessuti dei nervi, dei muscoli, delle ossa, della pelle esterna, delle mucose, ecc., non sono originariamente di altro composti che di cellule, e lo stesso vale per tutti i diversi tessuti del corpo vegetale. Le cellule sono esseri viventi indipendenti, esse sono i cittadini dello stato rappresentato dal complesso dell'organismo multicellulare. Quest'importantissima scoperta dovette naturalmente essere direttamente proficua anche all'embriologia per le molte nuove questioni che suscitava, queste sopratutto: che importanza hanno dunque le cellule nei foglietti germinativi? I foglietti sono essi forse già costituiti di cellule? e come si comportano essi rispetto alle cellule dei tessuti che devono comparire più tardi? Come si comporta l'uomo rispetto alla teoria cellulare? L'uovo stesso è esso una cellula od è composto di cellule? Tali erano le importanti questioni che furono subito introdotte nella embriologia della teoria cellulare.

In mezzo ai tentativi fatti in diverso senso da varii naturalisti per dare una giusta risposta a queste domande furono sopratutto decisive le segnalate « ricerche sullo sviluppo dei vertebrati » di Roberto Remak di Berlino (1851). Questo naturalista pieno di talento seppe con una adatta riforma rimuovere le grandi difficoltà che la teoria cellulare di Schleiden e Schwann nella sua forma primitiva aveva posto sul cammino dell'embriologia. Per vero l'anatomico berlinese Carlo Boguslao Reichert aveva già fatto un tentativo per ispiegare l'origine dei tessuti. Ma questo tentativo doveva completamente fallire perchè a quella testa straordinariamente confusa mancavano tanto un giusto concetto dell'embriologia e della teoria cellulare in genere quanto delle sane idee sulla struttura e sullo sviluppo dei tessuti. Quanto fossero inesatte le osservazioni del Reichert e quanto false fossero le conclusioni che egli ne aveva tratte si vede sottomettendo ad un'esatta verifica le sue pretese scoperte. Ricordiamo solo, a mo' d'esempio, che egli aveva dichiarato che tutto quanto il foglietto germinativo esterno, dal quale nascono le più importanti parti del corpo (cervello, midollo spinale, cute, ecc.) non è che una passeggiera « membrana avvolgente » dell'embrione la quale non prende affatto parte alla formazione del corpo. I primi rudimenti dei singoli organi, secondo lui, dovevano in gran parte non già prendere origine dai primitivi foglietti, ma formarsi isolatamente ed indipendentemente da essi dal tuorlo dell'uovo e non riunirsi a quelli se non successivamente. I pessimi lavori embriologici del Reichert poterono procacciarsi una stima passeggera solo perchè apparvero in forma straordinariamente pretenziosa affermando di dimostrare erronea la teoria

dei foglietti germinativi del Baer e ancora essendo esposti in modo così oscuro ed imbrogliato che propriamente niuno potè comprenderli bene. Ma appunto per ciò essi formarono l'ammirazione di più d'un lettore che dietro a questi oscuri oracoli e misteri immaginava si nascondesse una profonda saggezza.

Nella indicibile confusione che aveva fatto nascere il Reichert portò per primo intera luce il Remak spiegando in modo semplicissimo l'origine dei tessuti. Secondo il suo concetto *l'uovo degli animali è sempre una semplice cellula;* i foglietti germinativi che si sviluppano da quest'uovo non sono composti che di cellule e queste cellule che sole formano i foglietti germinativi nascono semplicemente per continuata e ripetuta scissione dalla prima cellula-uovo originariamente semplice. Quest'ultima si divide dapprima in 2, poi in 4 cellule; da queste 4 cellule ne nascono 8, 16, 32 e così via. Per tal modo nello sviluppo individuale di ogni animale come di ogni pianta dalla semplice cellula-uovo nasce sempre dapprima per ripetuta divisione di essa un ammasso di cellule come già prima (nel 1844) aveva giustamente affermato il Kölliker. Le cellule di questo ammasso si espandono e compongono dei foglietti e ciascuno di questi foglietti è originariamente costituito da una sola specie di cellule. Le cellule dei diversi foglietti si svolgono variamente, si moltiplicano e si differenziano; segue infine nei foglietti l' ulteriore differenziamento e divisione di lavoro (ergonomia) delle cellule, dalle quali risultano tutti i differenti tessuti del corpo.

Tali sono i semplicissimi fondamenti dell'*istogenesi* o scienza dello sviluppo dei tessuti la quale per la prima volta fu svolta in quest'estesa forma da Remak e Kölliker. Il Remak poi, stabilendo più esattamente la parte che prendono i diversi foglietti germinativi nella costruzione dei varii tessuti e sistemi di organi, ed applicando la teoria dell'epigenesi anche alle cellule ed ai tessuti da esse composti, elevò la teoria dei foglietti germinativi, almeno entro i limiti del tipo dei vertebrati, ad un alto grado di perfezione.

Dai due foglietti germinativi che compongono il primo abbozzo fogliforme del corpo del vertebrato, il cosidetto « disco germinativo », nascono dapprima, secondo il Remak, tre foglietti pel fatto che il foglietto inferiore si scinde in due lamelle; questi tre foglietti hanno coi diversi tessuti rapporti ben determinati. Si sviluppano cioè in primo luogo dal foglietto esterno o superiore solo le cellule che compongono la pelle esterna (epidermide) del nostro corpo insieme colle relative formazioni appendicolari (peli, unghie, ecc.), insomma l'invoglio esterno che riveste tutto il corpo; però, cosa notevole, nascono anche dallo stesso foglietto superiore le cellule dalle quali rimane costrutto il sistema nerveo centrale, cervello e midollo spinale. In secondo luogo nascono dal foglietto interno od inferiore solamente le cellule che formano l'epitelio del canal digerente, cioè tutto il rivestimento interno di esso e di tutte le sue appendici (polmoni, fegato, pancreas, ecc.), cioè i tessuti che assorbono il nutrimento del corpo animale e compiono la sua elaborazione. Infine dallo strato mediano che sta fra i due si sviluppano tutti i rimanenti tessuti del corpo dei vertebrati, carne e sangue, ossa e tessuto connettivo, ecc. Il Remak dimostrò infine che questo foglietto mediano, che egli chiama foglietto motore-germinativo, si divide ancora secondariamente in due foglietti. Noi troviamo dunque nuovamente gli stessi quattro foglietti che erano già stati ammessi dal Baer. La lamella esterna risultante dalla scissione del foglio mediano (strato carnoso del Baer) è detta dal Remak lamina cutanea (meglio foglietto fibroso-cutaneo); essa forma la parete esterna del corpo (chorion, muscoli, ecc.); l'interna lamella di scissione dello stesso foglietto (strato vascolare di Baer) è detta

da lui lamina fibrosa-intestinale; essa forma il rivestimento esterno del canal digerente col mesentere, il cuore, i vasi sanguigni, ecc.

Dalla salda base data per tal modo dal Remak alla storia dello sviluppo dei tessuti, alla cosidetta istogenesi, le nostre conoscenze sui punti particolari si sono recentemente molto sviluppate più oltre in molti sensi. Per vero si è fatto anche più d'una volta il tentativo di limitare in parte la teoria del Remak od anche di trasformarla interamente. Specialmente l'anatomico berlinese Reichert e l'anatomico Guglielmo His di Lipsia si sono sforzati in estesi lavori di fondare nuove vedute sullo sviluppo del corpo dei vertebrati secondo le quali il fondamento di quest'ultimo non è dato esclusivamente dai due foglietti germinativi primarii. Frattanto questi lavori sono siffattamente condotti senza l' indispensabile conoscenza dell'anatomia comparata, senza un giusto concetto della vera essenza dell'ontogenesi e senza alcun riguardo alla filogenesi che non poterono avere che un successo passeggiero. Solo la totale mancanza di critica e l'ignoranza del vero còmpito dell'embriologia hanno potuto far sì che le fantasie di Reichert ed His siano state per qualche tempo ammirate da molti come grandi progressi.

Nell'anno 1868 Guglielmo His pubblicò le sue estese *Osservazioni sul primo fondamento del corpo dei vertebrati* che sono uno dei più strani prodotti di tutta la letteratura ontogenetica. L'autore crede di potere solo colla descrizione più esatta possibile dell'embriologia del pulcino, senza alcun riguardo alla anatomia comparata ed alla filogenesi, riuscire ad una teoria « meccanica » dell'evoluzione, impegnandosi così in false vie di cui in tutta la letteratura biologica, che di esse non ha disgraziatamente penuria, si cercano invano le eguali. Come risultato finale delle sue laboriose ricerche l'His fa sapere « che ciò che v'ha di essenziale nel primo sviluppo non è che una relativamente semplice legge d'accrescimento. Ogni formazione, sia che essa consista in divisione di foglietti, in ripiegamenti od in completa scissione, nasce come conseguenza da quella legge fondamentale ». Disgraziatamente l'autore non ci dice però in che cosa consista propriamente quest'universale « legge di accrescimento »; nello stesso modo che altri avversari della teoria della selezione i quali al posto di questa ammettono una grande « legge di evoluzione » non sanno dirci nulla sulla natura di essa. Per contro dallo studio dei lavori ontogenetici di His si può presto riconoscere che nel suo concetto la formatrice « madre natura » non è altro che un'abile *sarta*. Col tagliare in vario modo i foglietti germinativi, coll'incurvarli e pieghettarli, stirarli e fenderli riesce all'ingegnosa sarta di produrre per « evoluzione » (!) tutte le molteplici forme delle specie animali. Sopratutto gli incurvamenti e le ripiegature in questa *teoria sartoria* hanno la parte più importante. « Non solo la delimitazione di capo e torace, di destra e sinistra, di tronco e periferia ma anche l'abbozzo delle estremità, come pure il disgiungersi del cervello, degli organi di senso, della colonna vertebrale primitiva, del cuore e degli intestini che primi compaiono si dimostrano con ineluttabile necessità non essere altro che conseguenze meccaniche della prima *pieghettatura* »! Il più ridicolo è il modo con cui procede questa sarta nella fabbricazione delle quattro estremità: « la loro formazione è determinata, come i quattro angoli di una busta, dall'incrociamento di quattro pieghe che delimitano il corpo ». Tuttavia questa magnifica « teoria delle buste da lettere » è ancora sorpassata dalla « teoria degli scampoli » data da His per ispiegare l'origine degli *organi rudimentari*, « organi (come l'ipofisi e la ghiandola tiroide) a cui finora non si è potuto trovare alcuna funzione fisiologica: sono semplicemente residui, *paragonabili agli scampoli che nel taglio di un abito* anche colla maggior economia della stoffa *non si possono*

interamente evitare » (!). Qui dunque la sarta natura getta semplicemente questi scampoli superflui di tessuti dietro la stufa, nel « cestino » (!). Se i nostri antenati acranii dell'epoca siluriana avessero avuto un presentimento di simili aberrazioni mentali dei loro sofistici epigoni umani avrebbero certo amato meglio rinunziare al possesso del solco ciliato della gabbia branchiale piuttosto che trasmetterlo ereditariamente all'odierno *Amphyoxus* e tramandarci come ultimo residuo di esso l'inutile regalo della ghiandola tiroide (che patologicamente ingrossata costituisce l'odioso gozzo).

Di gran lunga la più importante e comprensiva delle singolari teorie ontogenetiche dell'His è la sua celebre *Teoria dei parablasti.* Secondo essa il corpo dell'uomo e di tutti gli altri vertebrati è costituito originariamente da due organismi diversi, nati da due germi interamente distinti: il germe principale e il germe secondario. Solo il *germe principale* od *archiblasto* nasce dalla cellula-uovo fecondata e viene formato dai due foglietti germinativi primari che sono prodotti dalla sua ripetuta scissione. Invece il *germe secondario* o *parablasto* non si sviluppa da questi ultimi ma da elementi del vitello nutritivo bianco; le cellule che lo compongono sono discendenti delle cellule follicolari della membrana granulosa immigrate dal di fuori, dall'ovario della femmina nel vitello. Il parablasto è dunque una « dote puramente materna » mentre il solo archiblasto è un prodotto della cellula-uovo fecondata e, come tale, procede da entrambi i genitori e trasmette ereditariamente i loro caratteri al bambino. Dal germe secondario materno si sviluppano partenogeneticamente i tessuti del sistema circolatorio e le sostanze connettive (cartilagini, ossa, ecc.), mentre dal germe principale prodottosi sessualmente nascono tutti gli altri tessuti del corpo dei vertebrati (nervi, muscoli, epitelii, ghiandole, ecc.). I due germi sono in origine affatto indipendenti, « nettamente distinti tanto geneticamente quanto istologicamente e fisiologicamente ». L'organismo dei vertebrati è dunque un *essere duplice* prodotto per *simbiosi* dalla secondaria fusione di due animali originariamente al tutto separati. Come ogni lichene si compone di due piante interamente diverse, un fungo ed un'alga, così, secondo l'His, ogni vertebrato è composto da due animali completamente diversi, da un archiblasto ed un parablasto. Quali vaste conseguenze generali sgorghino da questa *simbiosi dei vertebrati* l'ho mostrato nel mio scritto sull'*Origine e sviluppo dei tessuti animali* (1884, p. 22).

La teoria dei parablasti e le altre teorie ontogenetiche dell'His al loro apparire fecero molto rumore e da 25 anni in qua hanno suscitato una gran quantità di scritti. L'His pretese di spiegare meccanicamente e nel modo più semplice i più complicati processi della formazione organica del corpo (come per esempio lo sviluppo del cervello), e di poterli far derivare come conseguenze dirette da semplici processi meccanici (per esempio da diseguali rapporti di tensione di una lamina elastica). Ora è noto che una spiegazione *meccanica* o *monistica,* cioè il ricondurre tutti i fenomeni naturali a processi fisici e chimici, è realmente lo scopo ultimo delle moderne scienze naturali, e questo scopo sarebbe raggiunto quando riuscisse di esprimere questi processi con formole matematiche. Perciò anche l'His nei suoi lavori ontogenetici non ha lasciato mancare numeri e misure con aggiunte tabelle matematiche per dar loro una apparenza di « esatta » erudizione. Solo è peccato che esse siano interamente senza valore e che esse non contribuiscano proprio per nulla alla vera intelligenza dei processi embriologici così « esattamente » trattati. Al contrario esse precludono l'unica via di spiegazione escludendo il metodo filogenetico; questo non sarebbe che un « allungamento di strada di cui i fatti ontogenetici (come conseguenze immediate di principii fisiologici di evoluzione) per la loro spiegazione non hanno affatto bisogno ». Ciò che l'His

considera come un semplice processo fisico, p. es. la ripiegatura dei foglietti germinativi (nella origine del tubo midollare, del tubo intestinale, ecc.) è in realtà la conseguenza immediata dei *rapporti d'accrescimento delle singole cellule*, le quali compongono quegli abbozzi di organi; ma questi rapporti sono stati essi stessi trasmessi per *eredità* dai genitori e progenitori, e non sono che l'*ereditaria* ripetizione di innumerevoli variazioni filogenetiche che si sono prodotte durante innumeri migliaia d'anni.

Naturalmente ognuna di queste variazioni storiche è essa stessa determinata in origine dall'*adattamento*, ed è perciò riconducibile fisiologicamente a cause meccaniche. Disgraziatamente ci è tolta ogni possibilità di studiarle direttamente. È solo con ipotesi filogenetiche che possiamo farci un'idea approssimativa degli avvenimenti storici di questa filogenesi da gran tempo passata. Ho dato ampio fondamento al contrasto fra queste teorie filogenetiche con quelle artificiali ipotesi *pseudo-meccaniche* o tectogenetiche dell'His nel mio scritto sopra *Lo scopo e le vie della moderna embriologia* (1875). Nello stesso tempo vi ho anche fatto la critica delle strane teorie evolutive esposte da Alessandro Goette nella sua estesa embriologia del *Bombinator*, come pure delle idee teosofiche e mistiche di Luigi Agassiz. In altre scienze simili aberrazioni sono oggidì appena possibili. Nell'embriologia la loro presenza si spiega da una parte colla gran difficoltà del complicatissimo còmpito, dall'altra coll'insufficienza della coltura filosofica di molti fra i moderni studiosi di queste discipline. Del resto è da notare che il metodo pseudo-meccanico dell'His (come quello affatto dîverso del Goette) è bensì stato molto ammirato ma non è stato ulteriormente sviluppato o praticamente applicato da nessuno. In tal via *non* sono stati ottenuti *risultati* utilizzabili di alcuna sorta.

Tutte le buone ricerche moderne sull'ontogenesi degli animali non hanno condotto che al consolidamento ed all'ulteriore sviluppo della teoria dei foglietti germinativi intesa nel senso di Baer e di Remak. Come il più importante progresso avutosi in questa via è da rilevare che recentemente gli stessi due foglietti germinativi primari che servono alla costruzione del corpo di tutti i vertebrati (compreso l'uomo) sono stati constatati anche in tutti gli animali invertebrati (colla sola eccezione dell'infimo gruppo, degli unicellulari o protozoi). Già nell'anno 1849 il segnalato naturalista inglese Huxley li aveva scoperti nelle meduse. Egli fece notare che i due strati cellulari da cui si sviluppa il corpo di questi zoofiti corrispondono tanto dal lato morfologico che dal fisiologico ai due foglietti germinativi primari dei vertebrati. Il foglietto germinativo esterno da cui si sviluppa l'integumento e la carne fu detto dall'Allman (1853) *ectoderma* o « foglietto esterno »; il foglietto interno che dà origine agli organi della nutrizione e riproduzione *entoderma* o « foglietto interno ». Nell'anno 1867 e nei seguenti fu poi verificata la vasta diffusione degli stessi foglietti germinativi in diversi gruppi di invertebrati. Segnatamente l'infaticabile zoologo russo Kovalevsky li ritrovò nei più diversi gruppi di invertebrati, nei vermi, tunicati, echinodermi, molluschi, articolati, ecc.

Io stesso nella mia monografia delle calcispongie, apparsa nel 1872, ho dimostrato che gli stessi due foglietti germinativi primari formano anche la base del corpo delle spugne o *spongiari* e che essi, attraverso a tutte le diverse classi animali, dalle spugne su fino all'uomo, sono da considerarsi come equivalenti od omologi. Questa *omologia dei due foglietti germinativi primari* si estende a tutti i *metozoi* od « animali formanti tessuti », cioè a tutto il regno animale coll'unica eccezione dell'infima divisione primaria, quella degli unicellulari o protozoi. In questi animali di bassa organizzazione non si arriva puranco alla formazione di foglietti germinativi e perciò anche allo sviluppo di veri tessuti. Piuttosto l'intero corpo dei protozoi risulta solamente da una

semplice cellula (come nelle amebe ed infusori) o da un lasso aggregato di cellule poco differenziate, oppure non raggiunge neppure il valore morfologico di una cellula (come nelle monere). Ma in tutti i rimanenti animali dalla cellula-uovo nascono sempre dapprima due foglietti germinativi primari, il foglietto esterno *animale* (*esoderma*, epiblasto od ectoblasto) e il foglietto interno *vegetativo* (*entoderma*, ipoblasto od endoblasto); solo da questi nascono poi i diversi tessuti ed organi. Il primo e più antico organo di tutti questi metazoi è la cavità digerente primitiva (*progaster*) e la sua apertura o bocca primitiva (*prostoma*). La caratteristica *forma embrionale comune di tutti i metazoi* mostrata transitoriamente da questa semplicissima struttura del corpo animale a due fogli è la *gastrula;* essa è da considerarsi come la ripetizione ereditaria di un'antichissima forma stipite comune di tutti i metazoi, la *gastrea*. Ciò vale tanto per le spugne e pei rimanenti zoofiti come pei vermi; lo stesso si dica dei molluschi, echinodermi ed articolati come dei vertebrati. Tutti questi animali si possono comprendere insieme sotto la denominazione di *metazoi* o animali con cavità digerente in opposizione ai *protozoi* sempre privi di tale cavità.

Le importanti conseguenze che risultano da questo concetto per la morfologia e sistematica degli animali sono state esposte estesamente nei miei *Studi sulla teoria della gastrea* (1873). Io vi divisi il regno dei metazoi in due gruppi primari, in metazoi inferiori e superiori. Ai primi appartengono i *celenterii* o *coelenterata* (detti anche *zoofiti*). Nelle forme inferiori di questo gruppo primario il corpo non risulta per tutta la vita che dai due foglietti germinativi primari con cellule ora più ora meno differenziate; tale è il caso pei gastreadi, per le più semplici spugne (protospongie) per gli idropolipi e per le meduse inferiori. Invece nelle forme più elevate di celenteri (coralli, meduse superiori, ctenofori e platodi) si ha fra quei due foglietti delimitanti un foglietto medio o mesoderma spesso notevolmente esteso; manca però ancora il sangue e la cavità del corpo.

Al secondo gruppo primario dei metazoi diedi il nome di *coelomaria* o *bilateralia* (animali superiori bilaterali o bilaterii). Essi posseggono in generale una *cavità del corpo* (*coeloma*) e per solito anche sangue e vasi sanguigni. Qui si schierano i sei tipi superiori del regno animale, gli elminti e i tipi da essi derivati dei molluschi, echinodermi, articolati, tunicati e vertebrati. In tutti questi bilaterii il corpo bilaterale è formato da *quattro foglietti germinativi secondari* di cui i due interni costituiscono la parete intestinale, i due esterni la parete del corpo. Fra queste due paia di foglietti giace la vasta cavità del corpo (*coeloma*).

Sebbene nei miei studi sulla teoria della gastrea io abbia insistito in special modo sulla grande importanza morfologica della cavità del corpo e mi sia sforzato di dimostrare quale importanza abbiano per l'organizzazione dei celomarii quattro foglietti germinativi secondari, io non potei tuttavia sciogliere in modo soddisfacente l'importante questione del loro modo d'origine. Ciò riuscì solo ott'anni più tardi alle accurate ed estese ricerche comparative dei fratelli Oscar e Riccardo Hertwig. Nel loro ingegnoso saggio (*Teoria del celoma*) per spiegare l'origine del foglietto medio (1881) essi dimostrarono che nella gran maggioranza dei metazoi e segnatamente in tutti i vertebrati, la cavità del corpo o celoma si origina nello stesso modo dall'introflettersi di un paio di sacchi entodermici. Queste *sacche celomiche* pari si formano al prostoma della gastrula spingendosi fra i suoi due foglietti primari. La lamella interna delle tasche celomiche a doppia parete (foglietto viscerale) si adatta all'entoderma, invece la loro lamella esterna (foglietto parietale) si collega coll'esoderma. Per tal modo nasce internamente la parete a due strati del

canale digerente ed esternamente la parete del corpo pure a due strati; fra le due rimane la cavità del celoma formata dal fondersi dei sacchi celomici destro e sinistro (25).

Le molte nuove vedute e idee generali che sorsero dalla mia teoria della gastrea e dalla teoria del celoma degli Hertwig provocarono una quantità di scritti sulla teoria dei foglietti. La gran maggioranza di essi fu rivolta dapprima a confutarla, più tardi a confermarla. Negli ultimi anni i principii di entrambe le teorie sono stati accettati in modo quasi generale dai più competenti naturalisti e così si è diffusa una soddisfacente luce su questo campo prima così oscuro e controverso. La soluzione di questa grande questione ontogenetica è tanto più preziosa inquantochè in pari tempo si è fatto strada la convinzione della necessità di giudicarla filogeneticamente.

L'interesse per le ricerche ontogenetiche coll'essersi così riconosciuto e apprezzato il *metodo filogenetico* è, nel corso degli ultimi vent'anni, straordinariamente cresciuto. Centinaia di osservatori diligenti e pieni di talento sono ora occupati all'edificazione dell'*embriologia comparata* ed alla sua utilizzazione in pro della filogenesi, mentre il loro numero pochi decenni prima arrivava appena a qualche dozzina. Ci condurrebbe troppo lungi il voler citare in questo breve sguardo storico anche solo i più importanti fra i tanti pregevoli scritti di cui d'allora in poi è stata arricchita la nostra letteratura ontogenetica. Enumerazioni di essi si trovano nei recenti trattati d'embriologia di Kölliker, Balfour, Hertwig e di Korschelt e Heider (cfr. pag. 38).

L'*Embriologia dell'uomo e degli animali superiori* di Alberto Kölliker, la cui prima edizione apparve trent'anni fa (1861) aveva allora il grande merito di riunire in forma riassuntiva e in base alla teoria cellulare le disseminate cognizioni embriologiche come pure di esporre con unità la teoria di Remak dei foglietti germinativi. Disgraziatamente il grande anatomico di Würzburg, al quale l'anatomia comparata, l'istologia e l'ontogenesi sono debitrici di tanti pregevoli lavori, è un avversario della teoria della discendenza in generale e del darwinismo in particolare. Perciò anche nell'ultima edizione di quel lavoro (1884) egli ha respinto il significato filogenetico da me dato ai fenomeni ontogenetici ed ha rigettato la teoria della gastrea. Per contro il Kölliker (sebbene ultimamente in misura più limitata) ascrive la massima importanza alle opposte teorie tectogenetiche di His e colla sua autorità ha molto contribuito alla loro accettazione (26).

Affatto filogenetico è invece il punto di partenza degli altri trattati d'embriologia sopra citati. Francis Balfour nel suo *Manuale d'embriologia comparata* ha accuratamente riunita e criticamente utilizzata la dispersa ed estesa letteratura, in pari tempo egli ha dato più ampia base alla teoria della gastrea esponendo in modo comparativo per tutti i gruppi principali del regno animale lo svolgersi dei sistemi di organi dai foglietti germinativi e dando più saldo fondamento empirico ai principii da me stabiliti. Quanto sia sorprendente l'estensione presa nell'ultimo decennio dalle ricerche di questo genere si vede comparando quell'opera coll'eccellente trattato di *Embriologia comparata degli invertebrati* di Korschelt e Heider recentemente comparso (1890). A quei lettori dell'*Antropogenia* che dalle seguenti conferenze sulla embriologia umana fossero invogliati a più profondi studi su di essa è sopratutto da raccomandarsi l'ottimo *Trattato dell'embriologia dell'uomo e dei vertebrati* di Oscar Hertwig (3ª ediz., 1890). Il lettore vi troverà una chiara e completa esposizione dei mirabili processi embriologici di cui nella seguente esposizione io non posso dare che un breve quadro generale.

QUARTA CONFERENZA

L'antica Filogenesi [1].

« Sarebbe facile mostrare che i caratteri organici dell'uomo dei quali ci serviamo per fare del genere umano e delle sue razze una famiglia speciale, sono tutti il prodotto di antiche variazioni nelle sue azioni e nelle abitudini che egli ha assunto e che sono divenute proprie degli individui della sua specie. Pel fatto che la razza più perfetta di scimmie fu costretta dalle circostanze ad abituarsi all'incesso eretto, essa ottenne il dominio sulle altre razze animali. In seguito a questo assoluto dominio ed ai suoi nuovi bisogni essa mutò le sue abitudini ed acquistò gradatamente delle variazioni nella sua organizzazione e molti nuovi caratteri; soprattutto la mirabile facoltà di parlare ».

JEAN LAMARCK (1809).

Concetto della specie. — Teoria della discendenza. Trasformismo. — La Cosmogonia di Emanuele Kant. — Meccanismo e teleologia. Giovanni Lamarck (1809). — Volfgango Goethe (1780-1832).

---

[1] Nel titolo della II conferenza invece di " *antica Filogenesi* " si legga " *antica Embriologia* ".

Contenuto della quarta Conferenza.

La filogenesi prima di Darwin. — L'origine delle specie. — Carlo Linneo stabilisce il concetto di specie e si rannoda alla storia biblica della creazione di Mosè. — Il diluvio. — La paleontologia. — La teoria dei cataclismi di Giorgio Cuvier. — Replicate rivoluzioni del globo e nuove creazioni. — Teoria della continuità di Lyell. — Le cause naturali della continua trasformazione della terra. — Origine soprannaturale degli organismi. — Filosofia naturale dualistica di Emanuele Kant. — Filosofia naturale monistica di Giovanni Lamarck. — Sua vita. — La sua *Philosophie zoologique*. — La prima esposizione scientifica della teoria della discendenza. — Trasformazione degli organi per l'uso e l'abitudine unite all'eredità. — Applicazione della teoria all'uomo. — L'origine dell'uomo dalle scimmie. — Volfgango Goethe. — Suoi studii di storia naturale. — Sua morfologia. — Suoi studii sulla formazione e trasformazione degli esseri organici. — Sua teoria della tendenza alla specificazione (eredità) e della metamorfosi (adattamento).

Bibliografia.

Jean Lamarck, *Philosophie zoologique*, 1809 (2ª ediz., 1873).
Wolfgang Goethe, *Bildung und Umbildung organischer Naturen, etc.*, 1780-1832.
Reinhold Treviranus, *Biologie*, 1802.
Lorenz Oken, *Naturphilosophie*, 1809.
Fritz Schultze, *Kant und Darwin. Ein Beitrag zur Geschichte der Entwickelungslehre*, 1875.
Ernst Haeckel, *Die Naturanschauung von Darwin, Goethe und Lamarck*, 1882.
Arnold Lang, *Zur Charakteristik der Forschungswege von Lamarck und Darwin*, 1889.

IV.

Signori!

L'embriologia dell'uomo e degli animali, alla cui storia abbiamo dato uno sguardo nelle due ultime conferenze, sino a trent'anni fa era sopratutto una scienza descrittiva. Le antiche ricerche su questo campo si erano sopratutto sforzate di stabilire con accurate osservazioni i mirabili *fatti* che appaiono nello sviluppo del corpo animale della cellula-uovo. Per contro sino a trent'anni fa non si aveva osato sollevare la questione delle vere cause di questi notevoli fenomeni. Per un intero secolo, dall'anno 1759, in cui apparve la fondamentale *Theoria generationis* di Wolff, sino all'anno 1859, in cui Darwin pubblicò il suo celebre libro *Sulla origine delle specie*, le vere cause dell'embriologia rimasero interamente nascoste. Durante questi cent'anni nessuno pensò mai seriamente a concepire le vere cause dei mutamenti di forma che appaiono nello sviluppo di ogni organismo animale. Piuttosto questo còmpito si riteneva così difficile da essere superiore alle forze della scienza umana. A Carlo Darwin era riservato di introdurci nella conoscenza di queste vere cause. Questa circostanza ci dà diritto di dare a questo ingegnoso naturalista che ha provocato un completo rivolgimento in tutta quanta la biologia il titolo di fondatore di un nuovo periodo anche nel campo dell'ontogenesi. Per vero, il Darwin non si è personalmente occupato a fondo di ricerche embriologiche ed anche nel suo lavoro capitale non ha toccato che di passaggio i fenomeni dello sviluppo individuale; ma colla sua riforma della teoria della discendenza e coll'aver stabilito il principio, che da lui piglia il nome, della teoria della selezione ci ha fornito i mezzi di riconoscere le *cause dell'evoluzione delle forme*. Qui, a mio vedere, sta sopratutto la straordinaria importanza che ha questo grande naturalista per l'intero campo della storia dell'evoluzione.

Gettando ora uno sguardo su questo recente periodo delle ricerche ontogenetiche noi entriamo in pari tempo nella seconda parte della storia dell'evoluzione organica, nella *filogenesi*. Già nella prima conferenza io ho accennato all'importantissimo ed intimo nesso causale che esiste fra questi due rami primarii della storia dell'evoluzione, fra la storia dello sviluppo dell'individuo e quella di tutti i suoi antenati. Noi abbiamo espresso questo nesso nella *legge biogenetica fondamentale:* la breve ontogenesi, o lo sviluppo dell'individuo, è una rapida e compendiosa ripetizione, una ristretta ricapitolazione della lunga filogenesi, cioè dello sviluppo della specie. In questa proposizione è propriamente racchiuso quanto vi ha d'essenziale in ciò che riguarda le cause dello sviluppo e a questa proposizione cercheremo nel corso di queste conferenze di dare sempre più ampie basi appoggiandola dappertutto con prove di fatto. Avuto riguardo alla sua importanza *causale* noi possiamo forse esprimere anche meglio il concetto della legge biogenetica fondamentale nel modo seguente: « Lo sviluppo della specie e delle stirpi (*phyla*) ha nelle funzioni della *eredità* e dell'*adattamento* le sue cause efficienti » o più brevemente ancora: « *La filogenesi è la causa meccanica dell'ontogenesi* ».

Se noi ora siamo in grado di rintracciare queste cause dello sviluppo individuale che prima erano tenute come affatto inaccessibili e di riconoscerne la natura lo dobbiamo al Darwin e perciò noi designiamo col suo nome un nuovo periodo della storia dell'evoluzione. Prima però di considerare la grande scoperta per mezzo della quale il Darwin ci ha aperto la via per comprendere le cause dello sviluppo noi dobbiamo gettare di sfuggita uno sguardo sui conati fatti in questa direzione da precedenti naturalisti. Lo sguardo storico su questi tentativi sarà ancora più rapido che quello che abbiamo gettato sui lavori ontogenetici. Invero ben pochi sono i nomi che si hanno qui a citare. Al sommo sta il grande naturalista francese Giovanni Lamarck, il quale, nel 1809, fondò per la prima volta la cosidetta teoria della discendenza. Ma già anteriormente il nostro più importante filosofo, il Kant, ed il nostro più gran poeta, il Goethe, avevano nutrito simili idee. Tuttavia le loro idee a tal riguardo nel secolo passato erano rimaste quasi inosservate. Solo la « filosofia naturale » al principio del nostro secolo cominciò ad occuparsi di ciò. In tutto il tempo precedente non si era mai osato porre seriamente la questione dell'*origine delle specie* che è propriamente il perno della filogenesi: essa passava in generale per un insolubile enigma.

Tutta la filogenesi dell'uomo come di tutti gli altri animali è intimamente legata alla questione della natura delle specie, al problema del modo di origine delle singole forme animali che noi in sistematica distinguiamo come specie. Come è noto questo concetto fu stabilito da Linneo che nel 1735, nel suo celebre *Systema naturae*, tentò per la prima volta un'esatta distinzione e denominazione delle specie animali e vegetali e compilò un ordinato catalogo delle specie allora conosciute. D'allora in poi la « specie » restò, nella « storia naturale descrittiva », nella sistematica zoologica e botanica, il più importante ed indispensabile concetto collettivo sebbene si siano sollevate lotte incessanti sulla vera significazione di esso.

Infatti cos'è poi propriamente questa « specie organica »? Linneo stesso non se ne faceva una chiara idea scientifica. Piuttosto egli si appoggiava sui concetti mitologici che erano stati introdotti in base alla cosmogonia mosaica dalle dominanti credenze religiose e che fino ad oggi sono rimaste vigenti in modo abbastanza generale. Anzi egli si rannodò direttamente alla cosmogonia mosaica: egli ammise, come in essa sta scritto, che di ogni specie di animale o di pianta non sia stato creato originariamente che un sol paio, come dice Mosè, « un maschio ed una femmina »; e che tutti gli individui di ogni specie siano i discendenti di questo paio primitivo creato per la prima volta nel sesto giorno della creazione. Per quegli organismi che sono ermafroditi, che cioè portano riuniti nel loro corpo le due sorta di organi sessuali, era sufficiente, secondo l'opinione di Linneo, che fosse stato creato un solo individuo poichè esso avrebbe già posseduto interamente la possibilità di riprodurre la specie. Nell'ulteriore svolgimento di questi concetti mitologici Linneo si rannodò anche a Mosè utilizzando il cosidetto « diluvio » ed il relativo mito dell'arca di Noè per spiegare la corologia degli organismi cioè la distribuzione geografica e topografica delle specie di animali e di piante. Con Mosè egli ammise che allora per una grande inondazione generale della terra tutte le piante, gli animali e gli uomini siano periti, che solo un paio d'ognuno sia stato salvato per la conservazione delle specie, conservato nell'arca di Noè e deposto dopo il termine del diluvio sul monte Ararat. Il monte Ararat gli parve per questo approdo specialmente adatto poichè esso si solleva in un clima caldo sino a 16,000 piedi di altezza e perciò nelle singole zone d'altitudine possiede i differenti climi che erano necessari pel mantenimento delle diverse specie di animali. Gli animali abituati

ad un clima freddo potevano salire alla sommità della montagna, quelli abituati ad un clima caldo discendere ai suoi piedi e gli abitanti della zona temperata trattenersi a metà del monte; di qui potè di nuovo aver luogo la diffusione delle diverse specie di animali e di piante sulla superficie terrestre (25).

D'uno svolgimento scientifico della storia della creazione ai tempi di Linneo non se ne poteva parlare, non foss'altro che pel fatto che uno dei suoi più importanti fondamenti, la scienza dei fossili o *paleontologia*, allora non esisteva affatto. Ora appunto la scienza dei fossili, delle reliquie di specie estinte di animali e piante è intimamente connessa con tutta la storia della creazione. La questione del modo di origine delle specie di animali e di piante che vivono oggidì è impossibile a sciogliersi senza di quella. Ma la conoscenza di queste pietrificazioni non si ebbe che in tempi molto posteriori e come vero fondatore della paleontologia scientifica noi dobbiamo nominare primo Giorgio Cuvier, il più segnalato zoologo che dopo Linneo abbia studiato il sistema animale portando, al principio del nostro secolo, una completa riforma nella zoologia sistematica. L'influenza di questo celebre naturalista, che sopratutto nei primi tre decenni del nostro secolo sviluppò un'attività così straordinariamente feconda, fu così grande che egli in quasi tutte le parti della zoologia scientifica, sopratutto però nella sistematica, nell'anatomia comparata e nella paleontologia, aprì nuove vie. È dunque importante di esaminare i concetti che si formava il Cuvier sulla natura della specie. Sotto questo rapporto egli si rannodò a Linneo ed alla cosmogonia mosaica sebbene ciò gli fosse reso molto più difficile per la sua conoscenza delle forme animali fossili. Egli per la prima volta mostrò chiaramente come sul nostro globo sia vissuta una quantità di faune e flore affatto differenti. Egli mostrò infine che noi dobbiamo distinguere nella storia della terra diverse divisioni primarie ognuna delle quali ha posseduto una popolazione di animali e piante affatto propria ed appartenente esclusivamente ad essa.

Naturalmente al Cuvier dovette subito imporsi la domanda, d'onde siano venute queste diverse popolazioni, se esse siano connesse l'una all'altra o no. Egli rispose a quest'ultima domanda in senso negativo ed affermò che le diverse creazioni sono interamente indipendenti l'una dall'altra, che perciò l'atto creativo soprannaturale pel quale, secondo la dominante cosmogonia, sarebbero nate le specie animali e vegetali dovette aver luogo parecchie volte. Per ciò avrebbero dovuto succedersi l'un l'altro una serie di periodi di creazione affatto diversi e conseguentemente avrebbero dovuto succedersi ripetutamente grandiosi rivolgimenti di tutta la superficie terrestre, rivoluzioni e cataclismi simili al mitico diluvio. Queste catastrofi e rivoluzioni occuparono tanto più il Cuvier in quanto che a quel tempo la geologia cominciava pure ad agitarsi potentemente e si andavano facendo grandi progressi nelle cognizioni sulla struttura e sull'origine della terra. D'altra parte, specialmente per opera del celebre geologo Werner e della sua scuola, venivano esattamente esaminati i diversi strati della scorza terrestre e sistematicamente studiati i fossili che in essi sono rinchiusi, ed anche queste ricerche condussero ad ammettere diversi periodi di creazione. In ogni periodo la scorza terrestre inorganica, la superficie del globo composta di diversi strati, avrebbe mostrato appunto un carattere così diverso come la popolazione di animali e di piante che allora viveva su di essa. Il Cuvier, combinando queste vedute coi risultati delle sue ricerche paleontologiche e zoologiche e cercando di venir in chiaro su tutto il processo della creazione, giunse all'ipotesi che si usa chiamare *teoria dei cataclismi o delle catastrofi*, teoria delle grandiose rivoluzioni del globo. Secondo questa teoria

sulla nostra terra, in determinate epoche, ebbero luogo ripetutamente delle rivoluzioni per le quali tutta la popolazione di viventi fu improvvisamente annientata, e alla fine di ognuna di queste catastrofi ebbe luogo una nuova creazione di tutti gli organismi. Poichè noi non possiamo spiegarci quest'ultima in via naturale ci è forza ammettere qui un intervento soprannaturale del creatore nel corso naturale delle cose. Questa teoria delle rivoluzioni, che fu svolta dal Cuvier in un'opera speciale tradotta in tedesco, fu presto accettata generalmente e per un mezzo secolo dominò la biologia.

Per vero già da sessant'anni la teoria delle catastrofi di Cuvier venne interamente confutata dai geologi e dapprima dal celebre geologo inglese Carlo Lyell, il più grande naturalista che avesse autorità in questo campo. Già nell'anno 1830 nei suoi celebri *Principles of geology* egli dimostrò che quella dottrina è falsa in quanto concerne la corteccia stessa del globo, che per concepire la formazione e lo sviluppo delle montagne non si ha per nulla bisogno di ricorrere a cause soprannaturali o catastrofi generali, che piuttosto sono sufficienti a spiegare questi fenomeni le cause consuete che ancora oggidì sono continuamente in opera nelle modificazioni e trasformazioni della nostra superficie terrestre. Queste cause sono gli influssi atmosferici, l'acqua nelle sue diverse forme, allo stato di neve e ghiaccio, nebbia e pioggia, le acque correnti ed il flagellare delle onde marine, finalmente i fenomeni vulcanici che sono dovuti all'interna massa igneo-fluida della terra. Dal Lyell venne data in modo convincente la prova che queste cause naturali sono pienamente sufficienti per spiegare tutti i fenomeni che ci si presentano nella struttura e nello sviluppo della scorza terrestre. Perciò nel campo della geologia la teoria di Cuvier delle rivoluzioni e delle rinnovate creazioni fu in breve affatto abbandonata.

Ciò malgrado nel campo biologico questa teoria rimase ancora per trent'anni indiscussa. Tutti quanti i zoologi e botanici, se per avventura si davan pensiero dell'origine degli organismi, rimasero fedeli alla falsa teoria di Cuvier delle ripetute creazioni e delle relative rivoluzioni della superficie terrestre. Questo è certo uno dei più notevoli esempi del fatto che due scienze affinissime possono per lungo tempo battere l'una presso l'altra due vie affatto diverse; l'una, la biologia, rimane molto indietro sulla via dualistica e nega addirittura la possibilità di sciogliere i « problemi della creazione » in via naturale; l'altra, la geologia, ha invece già molto progredito sulla via monistica ed ha sciolto quegli stessi problemi col riconoscere le vere cause.

Per dare un'idea della completa rassegnazione che regnava nella biologia nel lasso fra il 1830 e il 1859 riguardo alla origine degli organismi, alla creazione delle specie animali e vegetali, citerò il fatto di mia propria esperienza che in tutto il corso dei miei studi universitari io non ho mai udito una parola su questa importantissima e fondamentale questione della biologia. Durante questo tempo (1852-1857) io ebbi la fortuna di udire i più segnalati maestri in tutti i campi delle scienze naturali organiche: niuno di essi ha mai fatto parola di questa questione fondamentale, nessuno di essi ha mai pur una volta accennato al problema dell'origine delle specie: giammai non furono rilevati i tentativi fatti anteriormente per concepire l'origine degli animali e delle piante, giammai l'importantissima *Philosophie zoologique* di Lamarck, che già nel 1809 aveva impreso questo tentativo, fu anco ritenuta degna di essere ricordata. Voi comprenderete dunque la colossale resistenza incontrata dal Darwin quando egli per la prima volta riprese tale questione. Il suo tentativo parve dapprima essere completamente in aria e tale da non potersi appoggiare su alcuno

dei precedenti lavori. L'intero problema della creazione, tutta la questione dell'origine degli organismi era tenuta in biologia fino ancora all'anno 1859 in conto di soprannaturale e trascendentale; anzi persino nel campo della filosofia speculativa, in cui tuttavia da diversi lati si era spinti a tale questione, nessuno aveva osato prenderla in seria considerazione.

Quest'ultima circostanza ha certo la sua causa nel punto di vista dualistico di Emanuele Kant e nella straordinaria importanza che ebbe nel nostro secolo questo filosofo che fu tra i moderni il più influente. Mentre questo gran genio, ugualmente importante come naturalista e come filosofo, nel campo della natura anorganica lavorò molto efficacemente in pro' d'una « storia della creazione naturale », per ciò che riguarda l'origine degli organismi partì per solito da concetti soprannaturalistici. Da un lato il Kant nella sua *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* fece il più fortunato e più importante « tentativo di trattare in base ai principii di Newton la costituzione e l'origine meccanica di tutto l'universo » cioè, con altre parole, di concepirla *meccanicamente*, di conoscerla monisticamente; e questo tentativo di spiegare con cause agenti naturalmente (*causae efficientes*) l'origine di tutto l'universo forma ancora oggidì la base di tutta la nostra cosmogonia naturale. D'altra parte invece affermò il Kant che il qui invocato « principio del *meccanismo* della natura, *senza il quale non possono esserci scienze naturali* » non è affatto sufficiente per la spiegazione dei fenomeni naturali *organici* e sopratutto dell'origine degli organismi; che per l'origine di questi corpi naturali costrutti in modo *conforme ad uno scopo* si devono invece ammettere cause soprannaturali finalistiche (*causae finales*). Anzi egli affermò questo: « È affatto certo, che noi non potremo nemmeno conoscere a fondo e tanto meno spiegare coi soli principii naturali meccanici gli esseri organici e la loro interna possibilità, così certo che possiamo affermare arditamente: Non è conveniente nemmeno il pensare o sperare che possa un dì sorgere un Newton il quale possa renderci concepibile l'origine anche d'un sol filo d'erba fondandosi su leggi naturali che non siano informate ad uno scopo, si deve pur troppo negare all'uomo questa penetrazione ». Per tal modo il Kant ha decisamente segnato il punto di vista dualistico o teleologico da lui mantenuto nelle scienze naturali organiche (27).

Certamente il Kant ha talora abbandonata questa base, e sopratutto in alcuni punti molto rimarchevoli di cui ho parlato estesamente nella mia *Storia della creazione naturale* (nella quinta conferenza) si è espresso affatto oppostamente, in senso monistico. Anzi fondandosi su quei passaggi lo si potrebbe considerare addirittura, come colà io ho rilevato, quale fautore della teoria della discendenza. Parecchie notevolissime espressioni, messe nuovamente in luce da Fritz Schultze nel suo interessante scritto *Kant und Darwin* ci dànno veramente il diritto di considerare il Kant come uno dei più antichi profeti del darwinismo. Egli esprime già con tutta chiarezza il grande pensiero di una evoluzione universale unitaria; egli ammette « una degenerazione del tipo generico primitivo per migrazioni naturali ». Anzi il Kant va sino ad affermare che « l'incesso primitivo dell'uomo fu quello dei quadrupedi, e che l'incesso da bipede non si è sviluppato che poco alla volta e che solo gradatamente l'uomo ha eretto così superbamente il suo capo sui suoi antichi camerati, gli animali ». Ma queste chiare espressioni monistiche non sono in complesso che bagliori isolati e per solito il Kant si tenne fermo, in biologia, in quegli oscuri concetti dualistici secondo i quali la natura organica è retta da tutt'altre forze che la inorganica. Questo concetto dualistico della natura è ancora oggidì dominante nella filosofia

scolastica ed ancora oggidì i più dei filosofi considerano questi due ordini di fenomeni come affatto diversi: da una parte la natura inorganica, la cosidetta natura « inanimata » in cui agirebbero solo e necessariamente delle leggi meccaniche (*causae efficientes*) senza scopo conscio; dall'altra la vivente natura organica in cui tutti i fenomeni nella loro più intima essenza e nella loro origine non sarebbero comprensibili che coll'ammettere degli scopi prefissi o cosidette cause finali (*causae finales*).

Sotto il dominio di questo falso pregiudizio dualistico si ritenne dunque generalmente sino al 1859 che la questione della origine delle specie animali e vegetali e l'annessa questione della « creazione dell'uomo » non potesse nemmeno essere soggetto di ricerca scientifica. Ciò malgrado già al principio del nostro secolo alcune menti molto elevate, non traviate dai dogmi dominanti, incominciarono ad occuparsi seriamente di quelle questioni. Spetta particolarmente questo merito alla cosidetta « *scuola dell'antica filosofia naturale* » che è stata così calunniata e che fu sopratutto rappresentata in Francia da Giovanni Lamarck, Buffon, Geoffroy St-Hilaire e Blainville, in Germania da Volfgango Goethe, Reinhold Treviranus, Schelling e Lorenzo Oken.

L'ingegnosissimo filosofo della natura che studiò nel modo più audace e più ampio quelle inaccessibili questioni fu Giovanni Lamarck. Nato il 1° agosto 1744 a Bazentin in Picardia, egli era figlio di un pastore che lo destinava alla carriera religiosa. Egli si volse tuttavia dapprima alla brillante carriera militare; ragazzo di sedici anni egli si segnalò pel suo coraggio nella battaglia, pei francesi sfortunata, di Lippstadt in Vestfalia e poi rimase alcuni anni in guarnigione nella Francia meridionale. Qui egli imparò a conoscere l'interessante flora delle coste mediterranee e da essa fu presto guadagnato allo studio della botanica. Egli diede le sue dimissioni da ufficiale e, già nell'anno 1778, pubblicò la sua fondamentale *Flore française*. Per lungo tempo egli non potè ottenere alcuna posizione scientifica; solo nel suo cinquantesimo anno di vita (1794) egli ottenne una misera cattedra di zoologia nel museo del *Jardin des plantes* di Parigi. Ciò lo trasse più profondamente nella zoologia, nella cui sistematica egli produsse presto lavori tanto pregevoli ed importanti come prima aveva fatto per la botanica. Nel 1802 egli pubblicò le sue *Considérations sur les corps vivants* in cui si trovano i primi germi della sua teoria della discendenza. Nel 1809 apparve l'importantissima « *Philosophie zoologique* », l'opera capitale in cui egli svolse questa teoria. Nel 1815 egli pubblicò l'estesa storia naturale degli animali invertebrati (*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*), nella cui introduzione essa è parimente contenuta. In questa epoca il Lamarck divenne completamente cieco. L'invido fato non gli fu mai benigno. Mentre il suo fortunato avversario salì in Parigi ai più alti gradi di fama scientifica e di autorevoli posizioni, il grande Lamarck, che per larghezza di speculazioni e grandiosità di concetti lo sopravvanzava di molto, dovette in solitario isolamento lottare colla cruda necessità della vita e non potè ottenere di essere compreso. Nel 1829 si spense fra l'indigenza la sua vita laboriosa (28).

La *Philosophie zoologique* di Lamarck fu il primo schizzo scientifico di una vera storia dell'evoluzione delle specie, di una « naturale istoria della creazione » delle piante, degli animali e dell'uomo. Però l'effetto di questo notevole libro così ricco di idee fu simile a quello dell'opera fondamentale di Wolff, cioè affatto nullo; entrambi non furono compresi e non furono accettati dai loro contemporanei. Nessun naturalista si sentì allora attratto ad occuparsi seriamente di questo libro ed a sviluppare più oltre i germi di importantissimi progressi biologici che vi erano rinchiusi. I più segnalati botanici e zoologi lo rigettarono interamente e non lo credettero degno di confutazione.

Il Cuvier, che insegnava e lavorava a Parigi contemporaneamente a Lamarck, nella sua relazione sui progressi delle scienze naturali in cui trovarono posto anche le meno importanti osservazioni, non ha trovato che valesse la pena di ricordare anche con una sola sillaba questo massimo « progresso ». Insomma la filosofia zoologica di Lamarck condivise il destino della teoria della evoluzione di Wolff e per un mezzo secolo giacque completamente ignorata e sepolta nel silenzio. Persino i filosofi-naturalisti tedeschi, nominatamente Oken e Goethe che si elevarono nella stessa epoca a simili speculazioni sembrano aver ignorata l'opera di Lamarck. Se ciò non fosse essi ne avrebbero avuto gran giovamento e certo avrebbero sin d'allora portato la teoria della evoluzione molto più avanti di quello che lor non sia riuscito.

Per darvi un'idea dell'alta importanza della *Philosophie zoologique* accennerò qui brevemente ad alcune delle più salienti idee di Lamarck. Secondo il suo modo di vedere non v'ha alcuna differenza essenziale fra la natura vivente e l'inanimata; l'intera natura è un mondo di fenomeni unico, omogeneo, le stesse cause agiscono sole anche nella natura vivente. In seguito a ciò noi dobbiamo per l'una come per l'altra applicare gli stessi metodi di ricerca e di spiegazione. La vita non è che un fenomeno fisico. Tutti gli organismi: le piante, gli animali ed, alla loro sommità, l'uomo, per quanto riguarda i loro caratteri morfologici interni ed esterni sono da spiegarsi, precisamente come i minerali e tutti i corpi naturali inanimati, unicamente ricorrendo a cause meccaniche (*causae efficientes*), senza cause finali (*causae finales*). Lo stesso vale per l'origine delle diverse specie. Per questa noi possiamo naturalmente ammettere non già un atto creativo originario e tanto meno ripetute neo-creazioni (come nella *Teoria dei cataclismi* di Cuvier), ma solo un'evoluzione naturale, ininterrotta e necessaria. Tutto quanto il corso evolutivo della terra e dei suoi abitanti è continuo, concatenato. Tutte le diverse specie di animali e di piante che ora esistono e che mai abbiano esistito, tutte si sono svolte in via naturale da specie preesistenti e diverse da esse; tutte discendono da un solo o da pochi stipiti primitivi. Queste antichissime forme-stipiti non possono essere state che semplicissimi ed infimi organismi nati per generazione spontanea della materia inorganica. Le specie di organismi sono state continuamente modificate dall'adattamento alle naturali condizioni esterne d'esistenza (soprattutto per effetto dell'uso e delle abitudini) ed hanno trasmesso in eredità le loro modificazioni ai loro discendenti.

Questi sono i principii della teoria di Lamarck che noi chiamiamo oggidì teoria della discendenza o trasformismo, e che il Darwin solo cinquant'anni più tardi riuscì a far accettare appoggiandola saldamente con nuove prove. Lamarck è dunque il vero fondatore di questa teoria della discendenza o trasformismo e non è giusto considerare, come spesso si fa oggidì, il Darwin come il fondatore di essa. Lamarck fu il primo che formulò come teoria scientifica l'origine naturale di tutti gli organismi compreso l'uomo e che in pari tempo trasse le due più estreme conseguenze di questa teoria, cioè: primo, la teoria dell'origine dei più antichi organismi per generazione spontanea, secondo, l'origine dell'uomo dai mammiferi più antropomorfi, dalle scimmie.

Per quest'ultimo importante processo che qui ci interessa particolarmente, il Lamarck cercò la spiegazione nelle stesse cause efficienti che egli aveva anche fatto intervenire per spiegare l'origine naturale delle specie di animali e di piante. Egli considera come le più importanti fra queste cause l'uso e l'abitudine (adattamento) da un lato, dall'altro l'eredità. Le più importanti modificazioni negli organi degli animali e delle piante sono originate, secondo lui, dalla funzione di questi stessi organi. Per dare qualche esempio,

il picchio ed il colibri hanno acquistato la loro lingua particolarmente lunga per l'abitudine di cavar fuori per mezzo della lingua il loro nutrimento da strette fessure o canali; la rana ha acquistato la membrana natatoria fra le dita dei piedi in causa dei suoi stessi movimenti natatorii, la giraffa ha acquistato il suo lungo collo coll'allungarlo verso i rami degli alberi, ecc. Certamente l'abitudine, l'uso ed il disuso degli organi hanno la massima importanza come cause efficienti delle conformazioni organiche, tuttavia da soli non bastano a spiegare la trasformazione delle specie. Come causa seconda e non meno importante deve piuttosto cooperare con quest'adattamento l'eredità, come fu giustamente riconosciuto anche da Lamarck. Egli affermò infatti che la modificazione degli organi per uso e non uso in ogni singolo individuo è bensì dapprima in se stessa pochissimo rilevante, che però per accumulazione dei singoli effetti essa diventa molto notevole ereditandosi da generazione a generazione e per tal modo sommandosi. Questo era un principio perfettamente giusto. Ma al Lamarck mancava ancora interamente il principio introdotto più tardi dal Darwin come il più importante fattore del trasformismo, cioè il principio della scelta naturale nella lotta per la vita. In parte la circostanza che il Lamarck non riuscì a scoprire questa contingenza causale sommamente importante, in parte l'imperfetto stato in cui erano a quel tempo tutte le scienze biologiche lo impedirono di stabilire più solidamente la teoria della origine comune degli animali e dell'uomo.

Anche l'*origine dell'uomo dalle scimmie* cercò il Lamarck di spiegare mediante progressi nelle abitudini delle scimmie: per progressivo sviluppo ed esercizio degli organi, e per trasmissione ereditaria ai discendenti dei perfezionamenti così acquisiti. Fra questi perfezionamenti Lamarck considera come il più importante l'incesso eretto dell'uomo, la diversa conformazione delle mani e dei piedi, lo sviluppo della favella e il superiore sviluppo cerebrale che ne dipende. Egli ammise che le scimmie più antropomorfe che furono i progenitori del genere umano fecero il primo passo verso la trasformazione in uomini coll'abbandonare la vita arborea e coll'abituarsi alla camminatura eretta. In conseguenza di ciò apparvero quei caratteri umani che sono il particolare portamento e la modificazione della colonna vertebrale e del bacino, come pure il differenziamento delle due paia di estremità: il paio anteriore si svolse in forma di mani che servirono unicamente ad afferrare e toccare, il paio posteriore non fu più usato che per camminare e si trasformò così in piedi.

In seguito a questo modo di vita interamente mutato e in seguito alla correlazione o reciproco rapporto delle differenti parti del corpo e delle loro funzioni apparvero però anche notevoli variazioni in altri organi e nelle loro funzioni. Così segnatamente in seguito alla mutata nutrizione variò anche l'apparato mascellare e la dentatura, e correlativamente anche tutta la configurazione della faccia. La coda che non venne più usata andò gradatamente perduta. Poichè però queste scimmie vivevano insieme in società ed avevano ordinate relazioni di famiglia (come avviene anche oggidì nelle scimmie superiori) così appunto queste abitudini sociali, o i cosidetti « istinti sociali » raggiunsero un maggiore sviluppo. Il semplice linguaggio di suoni delle scimmie divenne il linguaggio di parole dell'uomo: dalle concrete espressioni si ricavarono i concetti astratti. Passo per passo si sviluppò per tal modo il cervello in correlazione colla laringe, l'organo della attività psichica in correlazione coll'organo della favella. In queste importantissime idee di Lamarck stanno già i primi e più antichi germi di una vera filogenesi umana.

Indipendentemente da Lamarck, verso la fine del passato secolo e al principio del presente si occupò anche del problema della creazione l'antica filosofia naturale tedesca,

specialmente Reinhold Treviranus nella sua *Biologia* (1802) e Lorenzo Oken nella sua *Filosofia naturale* (1809). Di questi ho già parlato nella mia *Storia della creazione naturale* (IV conferenza, traduzione italiana, pag. 57). Qui diremo solo di quel genio raggiante le cui idee trasformistiche ci devono più specialmente interessare, del nostro massimo poeta, Volfgango Goethe. È noto che il Goethe, pel suo occhio aperto a tutte le bellezze della natura e pel modo profondo col quale egli comprese l'azione di essa, fu ben presto attratto verso i più svariati studii fisico-naturali. Essi formarono per tutta la sua vita l'occupazione prediletta dei suoi ozii. Specialmente la teoria dei colori gli fu argomento di un noto ed esteso lavoro. Ma i più pregevoli ed importanti studii naturali di Goethe sono quelli che riguardano i corpi naturali organici « il vivente, questa cosa magnifica, preziosa ». Ricerche specialmente profonde furono da lui instituite nel campo della *morfologia* o scienza delle forme. Qui coll'aiuto dell'analisi comparata egli ottenne molti brillanti risultati e precorse di molto i suoi tempi. La teoria vertebrale del cranio, la scoperta dell'osso intermascellare nell'uomo, la teoria delle metamorfosi delle piante, ecc., meritano qui una speciale menzione (29). Ora questi studi morfologici condussero il Goethe a ricerche sulla « *formazione e trasformazione delle nature organiche* » che noi dobbiamo contare fra i più antichi germi della filogenesi. Con esse egli si avvicina tanto alla teoria della discendenza che noi dobbiamo annoverarlo presso al Lamarck fra i più antichi fondatori di essa. Certo il Goethe non ha mai dato una esposizione connessa e scientifica della sua teoria dell'evoluzione, ma se leggete le sue geniali miscellanee « sulla morfologia » vi trovate una quantità di eccellenti idee. Alcune di esse sono affatto da considerare come esordii della teoria della discendenza. In prova vo' qui citare solo alcuni dei passaggi più notevoli: « Tanto dunque noi avremmo ottenuto di poter francamente affermare che tutte le nature organiche più perfette, fra le quali noi vediamo i pesci, gli anfibi, gli uccelli, i mammiferi e, a testa di questi ultimi, l'uomo, siano tutte formate secondo un prototipo che nelle sue parti più costanti varia solo più o meno nell'uno o nell'altro senso e che ogni giorno ancora per riproduzione si perfeziona e trasforma » (1796). Il « prototipo » dei vertebrati, sul cui stampo è foggiato anche l'uomo, corrisponde alla nostra « forma-stipite comune del tipo dei vertebrati » dalla quale tutte le diverse specie dei vertebrati per « quotidiano perfezionamento, trasformazione e riproduzione » si sono prodotte. In un altro luogo dice il Goethe (1807): « Se si considerano piante ed animali nel loro stato più imperfetto è appena possibile distinguerli. Tanto però noi possiamo dire che le creature che da uno stato di affinità in cui sono appena discernibili e che poco alla volta si manifestano come piante ed animali si perfezionano in due direzioni opposte cosicchè la pianta in ultimo si eleva all'albero durevole e rigido, e l'animale si eleva nell'uomo al massimo grado di mobilità e di libertà ».

Che il Goethe, in queste ed altre espressioni, intendesse l'intimo legame di parentela delle forme organiche, non solo in senso figurato, ma in senso genealogico risulta ancora più chiaramente da alcuni notevoli luoghi nei quali egli parla delle cause della varietà esterna delle specie da un lato e dell'interna entità della loro struttura dall'altro. Egli ammette che ogni organismo sia nato dalla cooperazione di due forze plasmatrici o tendenze formatrici opposte. L'interna tendenza formatrice, la « forza centripeta » del tipo o la « *tendenza alla specificazione* » cerca di conservare costantemente uguali le forme specifiche organiche nella serie delle generazioni: questa è l'*eredità*. Invece la tendenza formatrice esterna, la « forza centrifuga » la variazione o la « *tendenza alla metamorfosi* » esercita costantemente, pel continuo variare delle condizioni esterne

d'esistenza, la sua azione trasformatrice sulle specie: quest'è l'*adattamento*. Con questo significantissimo concetto il Goethe si appressò già alla scoperta dei due grandi fattori meccanici che noi consideriamo come le più importanti cause efficienti della formazione delle specie.

Certamente per apprezzare al loro giusto valore le idee morfologiche di Goethe si deve tener conto insieme di tutto l'andamento delle sue ricerche naturali monistiche e dei suoi concetti panteistici sull'universo. Molto significante è a tal riguardo il vivo, caldo interesse col quale egli sino ai suoi ultimi giorni seguì gli sforzi fatti nello stesso senso dai filosofi naturalisti francesi e segnatamente la lotta fra Cuvier e Geoffroy St-Hilaire (cfr. la IV confer. nella mia « *Storia della creazione naturale* », pag. 53 della traduz. ital.). Anche si deve avere qualche familiarità col linguaggio e col corso delle idee di Goethe per comprendere rettamente le diverse espressioni relative alla teoria della discendenza le quali sono spesso messe là in forma incidentale. Chi non conosca affatto il nostro gran poeta e pensatore potrà alle volte leggervi tutto il contrario.

In una conferenza da me tenuta nel 1882 alla riunione dei naturalisti e medici tedeschi in Eisenach ho cercato di svolgere il paragone sul « concetto della natura in Darwin, Goethe e Lamarck » e di chiarirne l'alta importanza a pro' della *filosofia panteistica*. Secondo la mia opinione questi tre grandi eroi della mente stavano sullo stesso campo del *monismo*, cioè intendevano la natura secondo il concetto unitario, scientifico; essi nutrivano la stessa convinzione fondamentale dell'*unità di Dio e della natura* che era già stata sostenuta da Spinoza e Giordano Bruno e che il Goethe espresse con tanta perfezione di forma nelle sue splendide considerazioni su « Dio e il mondo ». Perciò si spiega anche il vivo interesse che il nostro massimo vate serbò sino al suo ultimo soffio per quei sommi problemi biologici. Dai numerosi passi che nella mia morfologia generale ho messo come pensieri direttivi in fronte ai singoli capitoli risulta chiaro quanto profondamente il Goethe abbia compreso l'intimo nesso genetico delle molteplici forme organiche. In tal modo, già verso il fine dello scorso secolo, egli si avvicinò tanto ai principii della filogenesi naturale da poter essere considerato come uno dei primi precursori di Darwin sebbene non gli sia riuscito come al Lamarck di elevare la teoria della discendenza a sistema scientifico.



QUINTA CONFERENZA

La moderna Filogenesi.

« Se si osserva la forma embriologica dell'uomo, le omologie che esso presenta cogli animali inferiori, i rudimenti che egli ha conservato ed i casi di atavismo a cui egli è soggetto, noi possiamo colla nostra fantasia costruire lo stato anteriore dei nostri progenitori, e possiamo approssimativamente fissare il posto che spetta ad essi nella serie zoologica. Noi apprendiamo da ciò che l'uomo discende da un quadrupede peloso che era munito di una coda e di orecchie appuntite, faceva verosimilmente vita arborea ed era abitatore del mondo antico. Questo essere, se un zoologo ne avesse studiata tutta la struttura, sarebbe stato classificato fra le scimmie tanto sicuramente come se esso fosse stato il progenitore comune ed ancora più antico delle scimmie dell'antico e del nuovo mondo ».

Carlo Darwin (1871).

Teoria della selezione. — La lotta per l'esistenza.
Carlo Darwin (1859). — Origine delle specie. — Origine dell'uomo.
Prove induttive. — Conclusioni deduttive.

Contenuto della quinta Conferenza.

Rapporto fra la nuova e l'antica filogenesi. — L'opera di Carlo Darwin sull'origine delle specie. — Cause del suo straordinario successo. — La teoria della relazione. — L'azione combinata della eredità e dell'adattamento nella lotta per l'esistenza. — La vita di Darwin. — Sua circumnavigazione. — Il suo avo Erasmo. — Suo studio sugli animali domestici e le piante coltivate. — Paragone della scelta artificiale colla naturale. — La lotta per l'esistenza. — Necessaria applicazione della teoria della discendenza all'uomo. — L' « origine dell'uomo dalle scimmie ». — Tommaso Huxley. — Carlo Vogt. — Federico Rolle. — Gli alberi genealogici nella morfologia generale e nella storia della creazione naturale. — L'alternativa genealogica. — L'origine dell'uomo dalle scimmie ricavata come legge deduttiva dalla teoria della discendenza. — La teoria della discendenza come massima legge deduttiva della biologia. — Fondamenti di quest'induzione. — La paleontologia. — L'anatomia comparata. — La scienza degli organi rudimentali (disteleologia). — Albero genealogico del sistema naturale. — Corologia. — Ecologia. — Ontogenesi. — Confutazione del dogma delle specie. — La prova analitica della teoria della discendenza nella monografia delle calcispongie.

Bibliografia.

CARLO DARWIN, *On the Origin of species*, 1859. Traduz. italiana *Sull'Origine delle specie*, Unione Tip.-Edit. Torinese. — *The descent of man*, 1871. Trad. ital. *Origine dell'uomo*, Unione Tip.-Ed. Torinese. — *Life and letters*, 1887. Trad. francese *Vie et correspondance de Charles Darwin*, Paris, Reinwald.

ERNST HAECKEL, *Generelle Phylogenie*, 1866 (*Allgemeine Entwickelungsgeschichte der organischen Stämme*). VI libro della *Generelle Morphologie* (vol. II, pag. 301-445). — *Gesammelte populäre Vorträge aus dem Gebiete der Entwickelungslehre*, 1878 (fas. 1° e 2°).

KOSMOS, *Zeitschrift für einheitliche Weltanschauung auf Grund der Entwickelungslehre. Unter Mitwirkung von Charles Darwin und Ernst Haeckel herausgegeben von Ernst Krause*, 1877-1886, vol. I-XI.

ERNST KRAUSE (*Carus Sterne*), *Werden und Vergehen. Eine Entwickelungsgeschichte, des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung*, 1879 (3ª ediz., 1886).

CARL NAGELI, *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, 1884.

HUGO SPITZER, *Beiträge zur Descendenz-Theorie und zur Methodologie der Naturwissenschaft*, 1886.



Signori!

I progressi delle nostre cognizioni generali sulla natura di cui siamo debitori all'opera di Darwin « *Sull'origine delle specie nel regno animale e nel vegetale* » sono così importanti che in tutta la storia delle scienze naturali ci è appena possibile citare un progresso che abbia una simile portata. La letteratura darwinistica cresce di giorno in giorno e non solo nella zoologia e botanica, che in prima linea sono toccate e trasformate dalla teoria di Darwin, ma molto più in là, in ben più ampia cerchia se ne tratta con tanto zelo ed interesse come non è ancora mai stato il caso per alcuna teoria scientifica. Questo straordinario successo si spiega sopratutto per due diverse circostanze. In primo luogo tutte le varie scienze naturali, e sopratutte la biologia, nell'ultimo mezzo secolo sono progredite con inusata rapidità ed hanno fornito per la teoria dell'evoluzione naturale una quantità di nuove prove empiriche. Quanto minore favore avevano trovato il Lamarck e gli antichi filosofi naturali coi loro primi tentativi di spiegare l'origine degli organismi e dell'uomo, tanto più decisivo fu il risultato del secondo tentativo di Darwin, il quale potè appoggiarsi ad una massa molto superiore di fatti riconosciuti con certezza. Utilizzando quei progressi egli potè operare con ben altre prove scientifiche da quelle che erano state in mano di Lamarck e Geoffroy, Goethe e Treviranus. In secondo luogo però noi dobbiamo rilevare che il Darwin per parte sua ha il merito speciale di aver presa la questione da un punto di vista affatto nuovo e di avere escogitato a base della teoria della discendenza una teoria indipendente che noi chiamiamo in senso proprio teoria darwiniana o darwinismo.

Il Lamarck aveva cercato senza successo di spiegare la trasformazione degli organismi che discendono da stipiti comuni in massima parte coll'azione dell'abitudine, dell'uso degli organi, appoggiandosi anche per vero sui fenomeni dell'eredità. Tanto maggiore fu il successo di Darwin che indipendentemente e su una base affatto nuova cercò di spiegare meccanicamente la trasformazione delle diverse forme di animali e di piante coll'opera dell'adattamento e dell'eredità. A questa *teoria della selezione* il Darwin arrivò partendo dalle seguenti considerazioni. Egli comparò l'origine delle molteplici razze di animali e di piante che l'uomo è in grado di produrre artificialmente, ciò che avviene nell'orticoltura e nell'allevamento, coll'origine delle specie selvagge di animali e di piante allo stato di natura. Egli trovò che cause consimili a quelle che noi utilizziamo nell'allevamento artificiale dei nostri animali domestici e delle nostre piante coltivate agiscono anche nella libera natura. La più efficace di tutte le cause che qui entrano in azione fu da lui chiamata *lotta per l'esistenza.* Il nucleo di questa vera teoria darwiniana sta in questo semplicissimo pensiero: *la lotta per l'esistenza produce senza scopo nella libera natura nuove specie in simil guisa come la volontà dell'uomo alleva con scopo determinato nuove razze allo stato di coltura.* Nello stesso modo come il giardiniere e l'allevatore pel loro vantaggio e secondo la loro volontà producono nuove forme domestiche utilizzando acconciamente per la trasformazione delle forme le contingenze dell'eredità e dell'adattamento, così pure l'incosciente

lotta per l'esistenza trasforma costantemente le forme degli animali e delle piante allo stato selvaggio. Questa lotta per l'esistenza o competizione degli organismi per ottenere le necessarie condizioni di esistenza agisce naturalmente senza disegno, ma tuttavia essa dà ugualmente agli organismi le forme adatte. Sotto la sua influenza l'azione dell'adattamento e quella dell'eredità si combinano intimamente e così si producono di necessità nuove forme o variazioni che, per gli organismi stessi, sono utili, cioè adatte allo scopo, sebbene in realtà esse non debbano la loro origine ad uno scopo preconcetto.

Questo semplice pensiero fondamentale è il vero nucleo del darwinismo o della *teoria della selezione*. Il Darwin aveva concepito questo pensiero fondamentale già da gran tempo ma, prima di pubblicare la sua teoria, per oltre trent'anni raccolse con mirabile assiduità nuovi materiali empirici per darle solida base. Sulla via pella quale egli vi giunse come pure sui suoi scritti e sulle sue vicissitudini ho detto nella mia *Storia della creazione naturale* (traduz. ital., pag. 74) quanto v'era di più importante. Più estese ed interessanti notizie sono contenute nella sua diffusa biografia pubblicata in tre tomi da suo figlio nel 1887. Qui vo' solo toccare di alcuni punti più importanti (30). Carlo Darwin nacque il 12 febbraio 1809 a Shrewsbury in Inghilterra dove il padre suo Roberto Darwin era medico pratico. Il suo avo Erasmo Darwin era un naturalista pensatore, i cui lavori hanno l' indole dell'antica filosofia naturale e che verso la fine del secolo scorso pubblicò su argomenti di filosofia naturale parecchi scritti. Il più importante di questi è la « Zoonomia » apparsa nel 1794, nella quale egli espresse vedute simili a quelle di Goethe e Lamarck senza tuttavia saper nulla dei conati fatti nella stessa via da questi suoi contemporanei. Erasmo Darwin trasmise secondo le leggi dell'eredità latente od « atavismo » una parte dei suoi speciali talenti al suo nipote Carlo senza che essi si manifestassero nel suo figlio Roberto. Questo fatto è di alto interesse pel notevole atavismo che Carlo Darwin ha egli stesso così eccellentemente trattato. Del resto negli scritti dell'avo Erasmo la fantasia plastica preponderò di molto sulla ragione critica mentre nel suo nipote Carlo esse erano giustamente equilibrate. Poichè presentemente molti naturalisti di mente limitata ritengono che in biologia la fantasia sia superflua e considerano la loro propria mancanza di tal dote come un grande ed « esatto » vantaggio, così voglio in questa occasione richiamare la vostra attenzione sull'ottimo giudizio di un naturalista di genio che nello stesso tempo era uno dei capi del cosidetto indirizzo « esatto » o strettamente empirico. Giovanni Müller, il Cuvier tedesco, i cui lavori saranno sempre tenuti come modelli di esatta ricerca, dichiarò che il costante avvicendamento e l'armonico equilibrio di fantasia e di ragione sono un' indispensabile condizione per riuscire alle più importanti scoperte (ho posto questa sentenza come epigrafe a capo della XXI conferenza).

Carlo Darwin ebbe la fortuna, dopo il compimento dei suoi studii universitarii, nel 22° anno di sua vita, di poter prender parte ad un viaggio di circumnavigazione allestito per scopi scientifici. Questo viaggio durò cinque anni e gli fu fecondo di stimoli istruttivi e di grandiose vedute sulla natura. Già al principio di esso, quando egli calcò dapprima il suolo dell'America meridionale, la sua attenzione fu attratta da diversi fenomeni che fecero nascere in lui il grande problema cui dedicò il lavoro di tutta la sua vita, la questione dell'« origine delle specie ». Da una parte gli istruttivi fenomeni della distribuzione geografica delle specie, dall'altra le relazioni delle specie viventi colle estinte nella stessa parte del globo lo condussero al pensiero che specie strettamente affini possano discendere da uno stipite comune. Ritornato dalla sua circumnavigazione che era durata cinque anni, dopo essersi occupato attivissimamente

per anni interi dello studio sistematico degli animali domestici e delle piante coltivate, egli riconobbe le manifeste analogie che esse offrono nel loro formarsi e trasformarsi colle specie selvaggie in istato di natura. Però arrivò solo a stabilire il punto più importante della sua teoria, la selezione naturale mediante la lotta per l'esistenza, dopo che egli ebbe letto il celebre libro dell'economista Malthus « sul rapporto di popolazione ». Allora gli fu subito chiara l'analogia che v'ha fra i mutevoli rapporti della popolazione e sovrapopolazione negli stati civili ed i rapporti sociali degli animali e delle piante allo stato di natura. Per molti anni egli raccolse allora del materiale per mettere insieme una quantità di prove in appoggio di questa teoria. In pari tempo egli stesso da allevatore sperimentato institui una quantità di importanti saggi d'allevamento e studiò sopratutto l'istruttivissimo allevamento del piccione domestico. Il tranquillo ritiro in cui visse dopo il ritorno dalla sua circumnavigazione nella sua terra di Down presso Beckenham (distante alcune miglia da Londra) gli diede ampiamente agio a fare ciò. Qui egli morì il 19 aprile 1882 dopo essersi sforzato instancabilmente fino alla morte a consolidare con nuove ricerche la sua memorabile teoria.

Non fu che nell'anno 1858 che il Darwin, spinto dal lavoro di un altro naturalista, Alfredo Wallace, che era giunto a quella stessa teoria della selezione, si decise a pubblicare i principii della sua teoria; nel 1859 apparve poi la sua opera capitale *Sulla origine delle specie* nella quale essa è estesamente esposta ed appoggiata dalle più importanti prove. Poichè nella mia *Morfologia generale* e nella *Storia della creazione naturale* ho già esposto a lungo le mie idee su di essa, non voglio qui trattenermi più oltre su ciò, e aggiungerò solo qualche parola per chiarire l'essenza della teoria darwiniana, il cui retto intendimento è di capitale importanza. L'essenza della teoria darwiniana sta in questo concetto fondamentale: la lotta per l'esistenza modifica in natura gli organismi cogli stessi mezzi coi quali l'uomo produce allo stato di cultura nuove razze di piante e di animali. Questi mezzi consistono in una continua scelta o *selezione* degli individui che giungono a riprodursi, nella quale agiscono come cause modificatrici l'eredità e l'adattamento nei loro vicendevoli rapporti (31).

Indipendentemente dal Darwin, anche il suo giovane compatriota, il celebre viaggiatore Alfredo Wallace, era giunto agli stessi concetti. Però egli non ha riconosciuto così chiaramente e svolto da tutti i lati l'attività creatrice della scelta naturale come ha fatto il Darwin. Tuttavia gli scritti di Wallace, sopratutto sul mimismo, ecc., come pure la sua eccellente opera sulla *Distribuzione geografica degli animali*, contengono molti bei contributi originali alla teoria della selezione. Disgraziatamente questo naturalista pieno di talento si è più tardi pericolosamente traviato lasciandosi accecare dal mistico spiritismo; come veggente ed evocatore di spiriti egli ebbe una parte notevole nelle strambe società spiritistiche di Londra.

L'effetto dell'opera capitale di Darwin *Sull'origine delle specie nel regno animale e nel vegetale per scelta naturale*, fu straordinariamente importante, non però sulle prime nella cerchia delle persone competenti. Passarono alcuni anni prima che i botanici ed i zoologi si fossero riavuti dallo stupore in cui li aveva gettati il nuovo concetto della natura contenuto in quest'opera riformatrice. L'azione del darwinismo sulle scienze speciali di cui ci occupiamo noi zoologi e botanici è però risaltata sempre più splendidamente d'anno in anno; in tutti i campi della biologia, specialmente nella anatomia comparata e nella ontogenesi, nella sistematica zoologica e botanica, esso si è comportato come un fermento fecondatore. Fin d'ora esso ha portato un potente svolgimento nelle idee dominanti.

Ora è da notare che nella prima opera di Darwin (del 1859) il punto che qui ci interessa di più, l'applicazione della teoria della discendenza all'uomo, non era ancora stato affatto toccato. Anzi per molti anni si è seguitato ad affermare che il Darwin non pensasse ad applicare la sua teoria all'uomo e che piuttosto egli condividesse l'opinione dominante secondo la quale all'uomo debba essere necessariamente riservato nella creazione un posto affatto speciale. Non solo gli imperiti profani (sopratutto molti teologi) ma anche dotti naturalisti affermavano colla massima ingenuità che la teoria di Darwin in se stessa era bensì inattaccabile, anzi affatto giusta, che per mezzo di essa si era molto bene in grado di spiegare l'origine delle diverse specie animali e vegetali, che però la teoria non poteva affatto venire applicata all'uomo.

Frattanto però un gran numero di pensatori, tanto naturalisti che profani, espressero un'opinione opposta e trassero la conclusione che dalla teoria della discendenza riformata dal Darwin dovesse seguire con logica necessità anche la discendenza dell'uomo da altri organismi animali e in prima linea da mammiferi pitecoidi. La giustezza di questa così significante conclusione fu anzi riconosciuta già molto presto da molti logici avversarii di questa teoria. Appunto perchè consideravano questa conseguenza come inevitabile, molti credettero di dover rigettare tutta la teoria.

La prima applicazione scientifica della teoria darwiniana all'uomo, fu fatta dal celebre naturalista Tomaso Huxley, il primo zoologo d'Inghilterra (32). Questo scienziato pieno di talento e di cognizioni, al quale la scienza zoologica va debitrice di molti importanti progressi, pubblicò nell'anno 1863 un piccolo scritto: *Testimonianze della posizione dell'uomo nella natura* (tre opuscoli): 1° *Sulla storia naturale delle scimmie antropoidi;* 2° *Sulle relazioni fra l'uomo ed i più prossimi animali;* 3° *Su alcuni resti fossili umani.* In questi tre opuscoli straordinariamente importanti ed interessanti è dimostrato con completa chiarezza che dalla teoria della discendenza segue necessariamente la così combattuta « *Origine dell'uomo dalle scimmie* ». Se pure la teoria della discendenza è giusta non rimane altro che considerare le scimmie più antropoidi come quegli animali dai quali il genere umano si è infine sviluppato storicamente grado a grado. Quasi nello stesso tempo apparve uno scritto maggiore di Carlo Vogt sullo stesso argomento intitolato: *Lezioni sull'uomo, sul suo posto nella creazione e nella storia della terra.* Infine fra quei zoologi che subito dopo la comparsa dell'opera di Darwin accettarono e promossero la teoria della discendenza e ne ricavarono come giusta conseguenza logica l'origine dell'uomo da animali inferiori, sono ancora segnatamente da nominare Gustavo Jaeger (33) e Federico Rolle. Quest'ultimo pubblicò nel 1866 uno scritto su « l'uomo, la sua origine e la sua coltura secondo la teoria di Darwin ».

In pari tempo nel secondo volume della mia *Morfologia generale degli organismi* apparsa nel 1866, ho fatto io stesso il primo tentativo di applicare la teoria della evoluzione all'intera sistematica degli organismi compreso l'uomo (34). Io ho cercato colà di delineare gli ipotetici alberi genealogici delle singole classi del regno animale, del regno dei protisti e del regno vegetale come secondo la teoria di Darwin non solo è, in via di principio, necessario, ma come veramente è già oggidì possibile fare con un certo grado di verosimiglianza. Infatti, se pure la teoria della discendenza, quale fu formolata dapprima dal Lamarck e solidamente stabilita poi dal Darwin, è giusta, si deve anche essere in grado di concepire genealogicamente il sistema naturale degli animali e delle piante e di disporre come rami e ramoscelli di un *albero genealogico* le maggiori e minori divisioni del sistema. Le otto tavole genealogiche da me annesse al secondo volume della *Morfologia generale* sono i primi schizzi di tal genere. Nel 27° capitolo

di essa sono pure citati i più importanti gradi della serie degli antenati umani in quanto è possibile rintracciarli attraverso al tipo dei vertebrati. Specialmente io mi sono colà studiato di stabilire la posizione sistematica dell'uomo nella classe dei mammiferi e il valore genealogico di questa per quanto era allora possibile. Ho poi essenzialmente migliorato questo tentativo e l'ho svolto più estesamente in forma popolare nelle conferenze XXVI-XXVIII della mia *Storia della creazione naturale* (1868, ottava edizione migliorata 1889, tradotta in italiano nel 1890) (35).

Solo nel 1871, dodici anni dopo la comparsa della *Origine delle specie*, il Darwin si presentò colla celebre opera che contiene la tanto contrastata applicazione della sua teoria all'uomo e che compie così il coronamento del suo grandioso edifizio scientifico. Questa opera è intitolata *L'origine dell'uomo e la scelta sessuale* (36).

Il Darwin ha qui colla massima franchezza e colla più stretta logica dedotto la conclusione prima taciuta che anche l'uomo deve essersi sviluppato da animali inferiori ed ha particolarmente trattato nel modo più ingegnoso l'importante parte che tanto nel progressivo nobilitamento dell'uomo come in quello di tutti gli altri animali superiori spetta alla scelta sessuale. Secondo questa teoria l'accurata selezione esercitata l'uno sull'altro da ambo i sessi per la loro unione sessuale e riproduzione ed il gusto estetico sviluppato in tale occasione dagli animali superiori sono della massima importanza per il progressivo sviluppo delle forme e pel differenziamento dei sessi. Pel fatto che in taluni animali i maschi ricercano le più belle femmine ed in altri invece le femmine scelgono solo i più nobili maschi, il carattere specifico ed in pari tempo il carattere sessuale vengono costantemente nobilitati. Così si sviluppa in parecchi animali superiori un gusto migliore ed un giudizio più imparziale che nell'uomo. Ma anche nell'uomo da questa scelta sessuale è nato il nobilitamento della vita di famiglia, la più importante base della civiltà e della società. L'origine del genere umano riposa certo in gran parte sulla perfezionata scelta sessuale esercitata dai nostri antenati nella scelta della sposa (cfr. la XI conferenza della mia *Storia della creazione naturale*, pag. 146 della trad. ital., e vol. II, pagg. 244-247 della *Morfologia generale*).

Le linee generali dell'albero genealogico umano quali io le ho stabilite nella *Morfologia generale* e nella *Storia della creazione naturale* furono, in quanto avevano d'essenziale, accettate dal Darwin che dichiarò espressamente che la sua esperienza l'aveva condotto alle stesse conclusioni. Il non aver egli stesso fin dal suo primo lavoro fatta l'applicazione della teoria della discendenza all'uomo, fu cosa molto savia e non può che essere approvata; infatti questa conseguenza non era propria che ad eccitare i massimi pregiudizii contro l'intera teoria. Quello che importava dapprima era di far valere la teoria della discendenza per ciò che riguarda le specie animali e vegetali. La sua logica applicazione all'uomo doveva necessariamente venire da se stessa tosto o tardi.

È importantissimo aver ben chiara questa circostanza. Se pure tutti gli organismi discendono da uno stipite comune allora anche l'uomo è compreso in questa comune discendenza. Se per contro tutte le singole specie di organismi sono state create indipendentemente, allora anche l'uomo è stato in pari modo « *creato*, non *sviluppato* ». Noi abbiamo infatti da scegliere fra queste due opinioni opposte, e questo dilemma decisivo non potrà mai esser messo in troppa luce: *O* in generale tutte le diverse specie del regno animale e vegetale hanno origine sopranaturale, sono state create, non si sono sviluppate: ed allora anche l'uomo è il prodotto d'un atto sopranaturale di creazione come è ammesso da tutte le varie concezioni religiose; *oppure* le diverse specie e classi del regno animale e del vegetale si sono sviluppate da pochi semplicissimi

stipiti comuni, ed allora l'uomo stesso è anche l'ultimo frutto dell'evoluzione dell'albero genealogico animale.

Questa contingenza fondamentale può essere brevemente concepita in questa proposizione: *L'origine dell'uomo da animali inferiori è una legge deduttiva speciale che segue di necessità dalla legge induttiva generale di tutta la teoria della discendenza.* In questa proporzione tale fatto si può formolare nel modo più chiaro e più semplice. La teoria della discendenza in fondo non è poi altro che una gran legge di induzione alla quale noi siamo stati condotti riunendo insieme e comparando i più importanti dati sperimentali della morfologia e fisiologia. Ora in tutti i casi in cui noi non siamo in grado di stabilire direttamente la verità naturale mediante l'infallibile mezzo di diretta misura o di calcolo matematico noi dobbiamo concludere secondo le leggi dell'induzione. Nello studio della natura animata non ci è quasi mai dato di riconoscere direttamente l'intero significato dei fenomeni e di determinarlo cogli esatti metodi della matematica come è possibile nello studio molto più semplice dei corpi naturali anorganici: nella chimica e nella fisica, nella mineralogia e nell'astronomia. Sopratutto in quest'ultima noi possiamo sempre battere il sentiero semplice ed assolutamente sicuro del calcolo matematico. Ma in biologia ciò è per molte ragioni al tutto impossibile, già pel fatto che qui il più dei fenomeni sono molto complessi e troppo intricati per poter essere sottoposti direttamente all'analisi matematica. La gran maggioranza di tutti i fenomeni biologici è il risultato finale di complicati *processi storici* che appartengono ad un passato remotissimo e che in gran parte si debbono isolatamente divinare. Qui dunque noi siamo costretti a procedere *induttivamente*, cioè da una quantità di singole osservazioni conquistare passo per passo conclusioni generali di giustezza approssimativa. Per vero queste conclusioni induttive non pretendono ad una sicurezza assoluta come le proposizioni della matematica; esse si avvicinano però tanto più alla verità e possiedono tanto maggiore verosimiglianza quanto più esteso è il terreno sperimentale su cui noi ci fondiamo. Nulla cambia all'importanza di queste *leggi d'induzione* la circostanza che esse non possano venir considerate che come acquisizioni scientifiche provvisorie che da ulteriori progressi nelle cognizioni possono essere corrette o perfezionate. Lo stesso vale pel più dei risultati di molte altre scienze, per es. della geologia, dell'archeologia. Anche queste cognizioni induttive noi le vediamo coll'andar del tempo migliorate e mutate nei loro particolari. La loro significazione generale può non pertanto rimanere inalterata.

Considerando ora la teoria della discendenza nel senso lamarckiano e darwiniano (cioè il trasformismo) come una legge induttiva, e anzi come la più grande di tutte le leggi induttive biologiche, noi ci appoggiamo in prima linea sui dati della *paleontologia;* infatti è dalla paleontologia che i fenomeni storici del mutarsi delle forme sono direttamente dimostrati. Dalle circostanze in cui noi troviamo sepolti questi fossili o petrefatti nelle roccie stratificate della nostra scorza terrestre noi tiriamo dapprima la sicura conclusione che la popolazione organica della terra, come la stessa scorza terrestre, si è sviluppata lentamente e poco alla volta, e poi l'altra conclusione che delle serie di diverse popolazioni sono apparse l'una dopo l'altra nei diversi periodi della storia terrestre. La « geologia del presente » ci mostra che l'evoluzione della terra ebbe luogo gradatamente e senza grandiose rivoluzioni totali. Se noi ora paragoniamo le une colle altre le diverse creazioni animali e vegetali che sono apparse successivamente nel corso della storia terrestre, noi troviamo in primo luogo un costante e graduale aumento nel numero delle specie, dai tempi più antichi sino ai più recenti, e in secondo

luogo noi ci accorgiamo che la perfezione delle forme entro i limiti di ogni grande gruppo del regno animale o del regno vegetale va pure costantemente crescendo. Così, p. es., dei vertebrati non esistono dapprima che pesci inferiori, poi pesci superiori; più tardi vengono gli anfibi. Ancor più tardi appaiono le tre classi superiori di vertebrati, i rettili e poi gli uccelli ed i mammiferi; dei mammiferi si mostrano dapprima solo le forme più imperfette ed inferiori, solo molto più tardi vengono anche alla luce i mammiferi superiori placentali, ed alle ultime e più recenti forme di questi ultimi appartiene l'uomo. Così la perfezione delle forme come pure la loro molteplicità vanno costantemente crescendo dai tempi più antichi sino al presente. Questo è un fatto di massima importanza; solo colla teoria della discendenza esso si può spiegare e colle leggi di essa sta in completa armonia. Se realmente i diversi gruppi di animali e di piante derivano gli uni dagli altri, allora sotto l'influenza della scelta naturale deve necessariamente essersi prodotto un incremento in numero ed in perfezione quale ci è di fatto posto sott'occhio dalle serie dei fossili.

Una seconda serie di fenomeni che per la nostra legge d'induzione ha la massima importanza ci è presentata dall'*anatomia comparata.* Questa parte della morfologia o scienza delle forme compara le forme sviluppate degli organismi e nella varia molteplicità degli aspetti organici cerca di riconoscere la legge unitaria d'organizzazione o, come dicevano una volta, il « piano generale di struttura ». Dopo che Cuvier ebbe fondato questa scienza al principio del nostro secolo, essa è rimasta lo studio favorito dei più eminenti naturalisti. Già prima di lui il Goethe era stato potentemente attratto dal misterioso fascino di essa e ne era stato condotto ai suoi studi « sulla morfologia ». Specialmente l'osteologia comparata, l'osservazione e la comparazione filosofica dell'impalcatura ossea dei vertebrati, realmente una delle parti più interessanti, lo attrasse fortemente e lo condusse alla sua già ricordata teoria del cranio. L'anatomia comparata c' insegna che l'interna struttura delle specie animali appartenenti a ciascun tipo, e così pure delle forme vegetali di caduna classe, mostra in tutte le linee essenziali la massima concordanza se anche le forme esterne del corpo siano diversissime. Così l'uomo mostra in tutti i punti essenziali della sua interna struttura una tale corrispondenza coi rimanenti mammiferi che mai un cultore dell'anatomia comparata dubitò che esso non appartenesse a questa classe. Tutta la struttura interna del corpo umano, la composizione dei suoi diversi sistemi organici, la disposizione delle ossa, dei muscoli, dei vasi sanguigni, ecc., la grossa e la minuta fabbrica di tutti questi organi, coincide tanto con quella di tutti gli altri mammiferi (per esempio scimmie, rosicanti, ungulati, cetacei, marsupiali, ecc.) che davanti ad essa la completa dissomiglianza dell'aspetto esterno è affatto senza valore. Inoltre noi impareremo dall'anatomia comparata, che le linee fondamentali dell'organizzazione animale anche nelle diverse classi (che sono in numero di 50-60) concordano tanto che queste si possono giustamente riunire in 8-12 diversi gruppi superiori. Ma persino in questi pochi grandi gruppi, i tipi del regno animale, vi sono ancora certi organi, in prima linea il canale digerente, di cui si può verificare l'originaria omologia. Che ora in tutti questi diversi animali, malgrado ogni disparità esterna, si trovi tuttavia ancora una così essenziale corrispondenza nell'interno è fatto che si può solo spiegare coll'aiuto della teoria della discendenza. Solo quando noi consideriamo l'intima concordanza come effetto dell'*eredità* da comuni forme stipiti e l'esterna dissomiglianza come effetto dell'*adattamento* a diverse condizioni di vita quel fatto mirabile si può realmente concepire e spiegare riconducendolo alle sue cause.

Da questa constatazione la stessa anatomia comparata è stata elevata a maggior dignità e ben a ragione il Gegenbaur (37), il più insigne dei rappresentanti or viventi di questa scienza, potè dire che colla teoria della discendenza comincia un nuovo periodo dell'anatomia comparata e che la prima trova in pari tempo in quest'ultima la sua pietra di paragone. « Finora non esiste un fatto conosciuto nell'anatomia comparata che contraddica alla teoria della discendenza; tali fatti per contro ci conducono tutti ad essa. Così quella teoria riceve a sua volta dalla scienza ciò che essa ha dato al metodo di questa: chiarezza e certezza ». Dapprima non si era fatto che meravigliarsi continuamente della strana concordanza che mostrano gli organismi nella loro struttura interna senza poterla spiegare. Ora invece noi siamo in grado di riconoscere le cause di questi fatti e di constatare che questa mirabile concordanza è semplicemente la necessaria conseguenza dell'eredità da stipiti comuni, mentre la strana disparità delle forme esterne è la necessaria conseguenza dell'adattamento alle condizioni esterne d'esistenza. Solo l'eredità e l'adattamento dànno la loro vera spiegazione.

Una parte speciale dell'anatomia comparata ha però sotto questo rapporto un interesse affatto speciale ed in pari tempo un vasto significato filosofico. Questa è la dottrina degli *organi rudimentari* o parti inutili del corpo; avuto riguardo alle sue conseguenze filosofiche io l'ho appunto chiamata *disteleologia* o dottrina della non conformità ad uno scopo. Quasi ogni organismo (fatta eccezione degli infimi e più imperfetti) sopratutto però ogni corpo animale o vegetale superiore e così pure anche l'uomo, possiede alcune o molte parti che per l'organismo stesso sono inutili, per la sua vita indifferenti, per le sue funzioni prive di valore. Così noi tutti abbiamo ancora nel nostro corpo molti muscoli che non adoperiamo mai; per esempio muscoli nel padiglione uditivo e nell'immediata vicinanza di esso. Nel più dei mammiferi, segnatamente fra quelli che hanno orecchie appuntite, questi muscoli interni ed esterni dell'orecchio sono di grande utilità col modificare in vario modo la forma e la posizione del padiglione per accogliere il meglio possibile le onde sonore. Invece nell'uomo ed in altri mammiferi dalle orecchie ottuse gli stessi muscoli sono ancora in verità presenti ma non hanno più alcuna utilità. Poichè i nostri antenati già da gran tempo si sono divezzati dall'usarli oramai non ci è più possibile metterli in movimento. Nell'angolo interno del nostro occhio noi possediamo ancora una piccola piega cutanea semilunare: questa è l'ultimo residuo di una terza palpebra interna, della cosidetta membrana nittitante. Nei nostri antichissimi parenti, i selaci, e in molti altri vertebrati questa membrana nittitante è molto sviluppata ed ha grande utilità per l'occhio: in noi essa è atrofizzata e affatto inutile. Noi abbiamo nell'intestino un'appendice che non solo è affatto inutile ma anzi può essere molto dannosa, la cosidetta appendice vermiforme dell'intestino cieco. Questa piccola appendice intestinale diventa non raramente causa di malattia mortale. Quando nella digestione per caso sfortunato un nocciolo di ciliegia o un simile corpo duro si impegna nella sua stretta cavità subentra una vivace infiammazione che per lo più ha esito fatale. Pel nostro organismo questa appendice vermiforme non ha più assolutamente alcuna utilità; essa è l'ultimo pericoloso residuo di un organo che nei nostri antenati erbivori era molto più esteso ed aveva grande utilità nella digestione, come esso è ancora oggidì esteso ed importante in molti botanofagi, per esempio nelle scimmie e nei rosicanti.

Simili organi rudimentali si trovano in noi, come in tutti gli animali superiori nelle più diverse parti del corpo. Essi fanno parte dei più interessanti fenomeni che ci sono resi noti dall'anatomia comparata: prima perchè essi dànno le più evidenti

prove in favore della teoria della discendenza, e poi perchè essi confutano nel modo più decisivo i soliti concetti teleologici della filosofia scolastica. Per mezzo della teoria dell'evoluzione noi possiamo spiegare molto semplicemente questi notevoli fenomeni.

Noi dobbiamo considerare questi organi come parti che nel corso di molte generazioni poco alla volta sono cadute fuori d'uso, sono venute fuori di servizio. Però col diminuente uso e colla finale perdita della funzione anche l'organo stesso va passo per passo nella via della regressione ed in ultimo scompare interamente. In altro modo l'esistenza di tali organi rudimentali non si può affatto spiegare. Di qui anche la grandissima importanza che essi hanno per la *filosofia naturale:* essi dimostrano chiaramente che il modo meccanico o *monistico* di comprendere gli organismi è il solo giusto e che il dominante concetto teleologico o dualistico è interamente falso. L'antichissima favola del piano saviissimo secondo il quale « la mano del creatore ha ordinato con sapienza e ragione tutte le cose », la vuota frase del « piano prestabilito di struttura » degli organismi vengono così confutate a fondo. È quasi impossibile addurre contro alla dominante teleologia o dottrina del finalismo argomenti più forti del fatto che tutti gli organismi superiori posseggono di tali organi rudimentali.

Anche la prediletta locuzione dell'« ordine morale del mondo » alla luce di questi fatti disteleologici appare non altro da ciò che essa è in verità, una bella favola che è crudelmente tacciata di menzogna dal reale stato delle cose. Solo il dotto idealista e l'ottimista ben pensante che chiude l'occhio alla nuda verità può ancora oggidì raccontare la fiaba dell'« ordine morale ». Disgraziatamente esso in natura esiste così poco come nella vita umana, nella storia naturale così poco come nella storia della civiltà. La cruda ed incessante « lotta per l'esistenza » è la vera molla della cieca « storia universale ». Un « ordine morale » ed un « piano prestabilito » noi ve lo possiamo vedere solo quando noi ignoriamo volontariamente l'eccesso del despotismo e delle organizzazioni ripugnanti allo scopo. La forza è superiore al diritto finchè esista la vita organica.

La più larga base induttiva è data alla teoria della discendenza dal *sistema naturale* degli organismi che ordina gradualmente tutte le diverse forme in gruppi minori o maggiori secondo il grado della loro affinità morfologica. Queste *categorie* del sistema, le varietà, le specie, i generi, le famiglie, gli ordini, le classi, ecc., mostrano sempre tra sè rapporti di coordinamento e di subordinazione tali che non possono avere che significato genealogico e che l'intero sistema non si può raffigurare che in forma di albero molto ramificato. Questo albero è l'*albero genealogico* dei gruppi di forme affini e la loro affinità è vera *consanguineità.* Poichè non si può dare altra spiegazione di questa forma arborescente del sistema naturale, così noi dobbiamo considerarla come una importante prova in favore della verità della teoria della discendenza.

Fra i più importanti fenomeni che testimoniano a pro della legge induttiva della teoria della discendenza v'ha la distribuzione geografica delle specie animali e vegetali sulla superficie terrestre come pure la loro distribuzione topografica sulle altezze dei monti e nelle profondità del mare. La conoscenza scientifica di queste condizioni, la scienza della distribuzione o « corologia » venne recentemente dopo gli studi di Alessandro di Humboldt coltivata con vivo interesse. Tuttavia prima di Darwin non si andava oltre all'esame dei *fatti* corologici e si cercava sopratutto di stabilire le aree di distribuzione dei gruppi maggiori e minori degli organismi ora viventi. Ma le *cause* di queste notevoli contingenze della distribuzione, le ragioni per cui alcuni gruppi esistono solo là, altri solo qui, e perchè in generale ha luogo una così varia distribuzione

delle diverse specie di animali e di piante, tutto ciò non si poteva spiegare. Anche qui è solo la teoria della discendenza che ci dà per la prima volta la chiave della soluzione, essa sola ci conduce sulla giusta via della spiegazione mostrandoci che le diverse specie e gruppi di specie discendono da stipiti comuni la cui ramificatissima parentela si disperse poco alla volta per *migrazione* su tutte le parti della terra. Ma per ogni gruppo di specie si deve ammettere un cosidetto « centro di creazione » o patria primitiva comune, cioè il luogo d'origine nel quale la specie che fu stipite comune di tutto il gruppo si era dapprima sviluppata e dal quale la sua più prossima discendenza si diffuse in tutte le direzioni. Alcune di queste specie emigrate divennero nuovamente stipiti di nuovi gruppi di specie, questi a loro volta si dispersero per migrazioni attive o passive e così via. Ogni singola forma emigrata, coll'adattarsi nella nuova patria a nuove condizioni d'esistenza, si trasformò e diede origine a nuove serie di forme.

Quest'importantissima dottrina delle migrazioni attive e passive è stata fondata per la prima volta dal Darwin coll'aiuto della teoria della discendenza e ciò facendo questi rilevò giustamente l'importanza dei rapporti corologici che intercedono fra la popolazione vivente di ciascuna parte del globo ed i fossili antenati o parenti di essa. Essa fu poi ottimamente sviluppata più oltre da Maurizio Wagner sotto il nome di *Teoria delle migrazioni* (38). Però questo celebre viaggiatore ha, secondo il nostro avviso, esagerato il valore della sua « teoria della migrazione » considerandola come una condizione necessaria per il formarsi di nuove specie e ritenendo non giusta la teoria della selezione. Tuttavia fra queste due teorie non c'è affatto opposizione di principio. Piuttosto la *migrazione*, per la quale lo stipite di una nuova specie viene isolato, non è che un caso speciale della *selezione*. Poichè le grandiose ed interessanti serie di fenomeni corologici si possono spiegare unicamente colla teoria della discendenza, noi dobbiamo annoverarle fra le più importanti basi induttive di essa.

Lo stesso vale di tutti quei notevoli fenomeni che noi osserviamo nell'« economia » degli organismi. Tutti i molteplici rapporti che gli animali e le piante hanno fra loro e col mondo esterno, dei quali si occupa l'*ecologia degli organismi*, sopratutto però gli interessanti fenomeni del parassitismo, della vita di famiglia, della cura della prole, del socialismo, ecc., tutti si possono spiegare in modo semplice e naturale colla teoria dello adattamento e dell'eredità. Mentre dapprima appunto in questi fenomeni della bionomia si soleva di preferenza ammirare l'amorevole cura di un onnisciente creatore, noi troviamo invece in essi eccellenti appoggi per la teoria della discendenza; infatti senza di questa e senza la « lotta per l'esistenza » essi non si possono nemmeno concepire.

Finalmente è, a mio avviso, da considerarsi come la più importante base induttiva della teoria della discendenza la storia dello sviluppo individuale degli organismi, tutta l'embriologia od *ontogenesi*. Poichè però le nostre ulteriori conferenze dovranno trattare questo soggetto in modo affatto speciale, non devo qui trattenermi più a lungo su di esso. Piuttosto mi sforzerò di mostrarvi passo per passo nelle seguenti conferenze come tutti i fenomeni dell'ontogenesi formino una continua catena di argomenti in favore della teoria della discendenza, poichè essi non sono spiegabili che per mezzo della filogenesi. Utilizzando questo *stretto nesso causale fra l'ontogenesi e la filogenesi* ed appoggiandoci costantemente sulla nostra legge fondamentale biogenetica, noi saremo posti in grado di verificare passo per passo la discendenza dell'uomo da forme animali inferiori quale risulta dai fatti offertici dal suo sviluppo embrionale.

Colla generale accettazione della teoria della discendenza è stata definitivamente risolta l'importante questione teorica dell'essenza e del concetto di specie che è il vero

perno di tutte le questioni che si son fatte su di questa. Da oltre un secolo tale questione è stata trattata dai più diversi punti di vista senza che si fosse raggiunto alcun risultato soddisfacente. Migliaia di zoologi e di botanici durante questo tempo si sono giornalmente occupati della sistematica distinzione e descrizione delle specie senza venire in chiaro sulla loro significazione. Molte centinaia di migliaia di specie di animali e di piante sono state create e denominate come « buone specie » senza che i loro fondatori potessero giustificare logicamente la loro distinzione e provarne la legittimità. Ci furono fra i « sistematici puri » discussioni senza fine sulla vuota questione « se la forma che veniva distinta come specie fosse una buona o cattiva specie, una specie o una varietà, una sottospecie od una razza » senza che essi si fossero interrogati sul valore e sull'estensione di questi concetti. Se si avesse seriamente pensato a venire in chiaro su questo già da gran tempo si sarebbe veduto che essi non hanno valore assoluto, ma sono solo categorie del sistema di importanza relativa.

Per vero nel 1857 un naturalista celebre e pieno di talento ma troppo dogmatico e parziale, Luigi Agassiz, fece il tentativo di dare a quelle « *categorie del sistema* » un valore assoluto. Ciò nell'*Essay on classification*, in cui i fenomeni della natura organica sono capovolti e non spiegati secondo cause naturali ma piuttosto osservati attraverso il prisma eptagono dei vaneggiamenti teologici. Qui ogni « bona species » è « l'incarnazione di un'idea divina ». Ma questa bella frase davanti alla critica filosofico-naturale si regge così poco come tutti gli altri tentativi di salvare il concetto assoluto di specie. Io credo di averlo dimostrato abbastanza nella estesa critica del concetto morfologico e fisiologico di specie e delle categorie del sistema che ho dato nel 1860 nella *Morfologia generale* (vol. II, pag. 323-402). Il Creatore divino di Agassiz non è altro che un uomo idealizzato, un architetto immaginoso che concepisce sempre nuovi « piani di struttura » e li concreta in nuove « specie ». (Cfr. la III conferenza della *Storia della creazione naturale* come pure il mio opuscolo *Ziele und Wege der heutigen Entwickelungsgeschichte*, Jena 1875).

Dopochè con Luigi Agassiz è disceso nella tomba l'ultimo difensore di talento della costanza delle specie e della creazione miracolosa il *dogma della costanza delle specie è crollato*. L'affermazione opposta, che tutte le diverse specie discendono da stipiti comuni, non urta più contro ad alcuna seria difficoltà. Tutte quelle discussioni a perdita di vista su ciò che sia propriamente la specie e come sia possibile che diverse specie discendano da una specie stipite sono ormai giunte ad una soddisfacente conclusione pel fatto che le nette delimitazioni fra specie e varietà da un lato, fra specie e genere dall'altro, sono state tolte. Ne ho data la prova analitica nella mia *Monografia delle calcispongie*, apparsa nel 1872 (40), dove ho studiato minuziosamente la variabilità di tutte le specie in questo piccolo ma istruttivissimo gruppo animale, dimostrando nei singoli casi l'impossibilità della dogmatica distinzione delle specie. Secondo che il sistematico dà maggiore o minor comprensione ai concetti di genere, specie o varietà egli può nel piccolo gruppo delle calcispongie distinguere un genere solo con tre specie, o tre generi con 289 specie, o anche 113 generi con 591 specie. Inoltre tutte queste molteplici forme sono così continuatamente connesse da numerosi gradi intermedii e forme di passaggio che si può dimostrare con certezza convincente la comune filiazione di tutte le calcispongie da un solo stipite comune che è l'*Olynthus*.

Per tal modo io credo d'aver data la *soluzione analitica del problema dell'origine delle specie* e con ciò di aver soddisfatto alle esigenze di quegli avversari della teoria della discendenza i quali volevano veder dimostrata « nei singoli casi » l'origine di

specie affini da una forma stipite. Quegli a cui non bastino queste prove *sintetiche* della verità della teoria della discendenza che sono fornite dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi, dalla paleontologia e dalla disteleologia, dalla corologia e dalla sistematica cerchi di confutare le prove *analitiche* contenute nella *Monografia delle calcispongie* che è il prodotto di cinque anni di esattissime osservazioni. Io ripeto: quando si seguita ad opporre alla teoria della discendenza l'affermazione che la derivazione di tutte le specie di un gruppo finora non sia stata mai nei singoli casi dimostrata con certezza si fa un'affermazione omai interamente priva di fondamento. La *Monografia delle spugne calcari* dà veramente questa dimostrazione analitica nei singoli casi e, ne sono convinto, con certezza incontrastabile. Ogni naturalista che ripigli a studiare l'esteso materiale di ricerca da me utilizzato e ponga a cimento i miei dati troverà che nelle calcispongie si è in grado di seguire passo per passo le specie sulla via della loro formazione, *in statu nascenti.* Se tale però è realmente il caso, se noi in una singola classe o famiglia possiamo constatare la derivazione di tutte le specie da uno stipite comune, allora anche la questione della derivazione dell'uomo è definitivamente risolta, allora noi siamo anche in grado di dimostrare l'origine dell'uomo da animali inferiori.

Così si è pure adempiuto alla richiesta soventi espressa ed anche recentemente da celebri naturalisti ripetuta, che la derivazione dell'uomo da animali inferiori e, in prima linea, da scimmie abbia ancora da essere « dimostrata con certezza ». Queste « sicure prove » son là da molto tempo e non si ha che da aprire gli occhi per vederle. Ben inutilmente molti cosidetti « antropologi » aspettano che come prova vengano trovate immediate forme di passaggio tra l'uomo e le scimmie o persino che da una scimmia vivente con adatta educazione si venga a formare un uomo. Piuttosto le convincenti e « sicure prove » sono già presenti nel ricco materiale di cognizioni che già si è conquistato. Nei ricchi archivi dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi stanno le più sicure prove della filogenesi. Non si tratta dunque di scoprire nuove prove della filogenesi umana ma di imparare a conoscere e ad intendere le « sicure prove » già esistenti. A condurre a fine questo còmpito sono destinate le seguenti conferenze.

Quand'io venticinque anni fa nella mia *Morfologia generale* intrapresi il primo tentativo di dare base meccanica alla morfologia organica per mezzo della teoria della discendenza riformata da Carlo Darwin io in questo tentativo ero quasi solo. L'opposizione dell'ontogenesi alla filogenesi come pure la dimostrazione che allora tentai dagli intimi nessi causali fra queste due parti della storia dell'evoluzione incontrò quasi generalmente la più viva resistenza. Seguì per la nuova teoria un decennio d'ardentissima « lotta per l'esistenza ». Da quindici anni la vece si è completamente mutata ed il metodo filogenetico ha trovato così generale accoglimento e così feconda applicazione in tutti i campi della biologia, che appare qui superfluo ricordare più a lungo il suo valore ed i suoi successi. Tutta la bibliografia morfologica dell'ultimo decennio ne fa testimonianza. Ma niun'altra scienza ne è stata così trasformata nelle sue più profonde basi e condotta a così lontane conseguenze come quella di cui stiamo qui per esporre i principii, come l'antropogenia monistica.

SESTA CONFERENZA

La Cellula-uovo e l'Ameba.

« Noi dobbiamo considerare come antenati di tutti gli animali superiori semplicissimi *animali unicellulari* come le *amebe* che ancora oggidì sono sparse in tutte le acque. Che anche gli antichissimi progenitori del genere umano siano stati di tali semplicissimi protozoi del valore morfologico di una cellula risulta con tutta evidenza dall'incontrastabile fatto che ciascun individuo umano si sviluppa da un uovo, e questo uovo, come l'uovo di tutti gli altri animali, è *una semplice cellula*. Se dunque si trova « abominevole, rivoltante ed immorale » la nostra teoria dell'origine animale del genere umano, si deve ugualmente trovare « abominevole, rivoltante ed immorale » il *fatto* sussistente e ad ogni momento dimostrabile col microscopio che l'uovo umano è una semplice cellula e che questa cellula non si può distinguere dall'uovo degli altri mammiferi ».

Genealogia del genere umano (1870).

La cellula o plastide, organismo elementare.
Teoria cellulare. — Composizione della cellula. — Attività vitale della cellula.
Cellule-uovo giovani e mature. — Amebe e cellule ameboidi.

Contenuto della sesta Conferenza.

L'uovo dell'uomo e degli animali è una semplice cellula. — L'uovo sviluppato è uno stato organizzato di cellule. — Cellule autonome e cellule dei tessuti. — Importanza e significato essenziale della teoria cellulare. — Concetto, figura e grandezza della cellula. — Sua composizione da due elementi: nucleo cellulare (nucleus, karyoplasma) e corpo della cellula (cytosoma, cytoplasma). — Plasma attivo e prodotti passivi del plasma. — Paragone della semplice cellula-uovo non differenziata colla differenziatissima cellula psichica o cellula nervosa del cervello. — La cellula come organismo elementare o individuo di prim'ordine. — Plastidi o plasmatori. — Loro fenomeni vitali. — Funzioni vegetali (nutrizione, riproduzione). — Funzioni animali (moto, sensazione). — I caratteri speciali della cellula-uovo. — Vitello. — Vescicola germinativa, macchia germinativa, invoglio dell'uovo (ovolemma o chorion). — Applicazione della legge biogenetica fondamentale alla cellula-uovo. — Organismi unicellulari. — L'ameba. — Struttura e fenomeni vitali delle amebe. — Movimenti ameboidi. — Cellule ameboidi in organismi pluricellulari. — Loro fenomeni di moto e ricezione di sostanze solide. — Cellule sanguinee divoratrici. — Paragone dell'ameba colla cellula-uovo. — Le cellule-uovo ameboidi delle spugne e loro movimenti. — Conclusione risalente dalla forma embrionale unicellulare alla forma-stipite unicellulare. — L'ameba come stipite comune degli organismi pluricellulari.

Bibliografia.

Theodor Schwann, *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*, 1839.

Johannes Müller, *Handbuch der Physiologie des Menschen*, 1840, libri 6-8 (*Seelenleben, Zeugung, Entwickelung*).

Albert Kölliker, *Handbuch der Gewebelehre des Menschen*, 1852 (6ª ediz., 1889). Traduz. francese *Eléments d'histologie humaine*, Paris 1868, Masson.

Rudolf Virchow, *Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin*, 1856.

Carl Gegenbaur, *Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthier-Eier*, 1861 (*Archiv für Anatomie und Physiologie*).

Ernst Haeckel, *Allgemeine Structurlehre und Individualitätslehre der Organismen*, 1866 (III libro della *Generelle Morphologie*).

Eduard Van Beneden, *Recherches sur la composition et la signification de l'œuf*, 1870.

Walther Flemming, *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung*, 1882.

Karl Frommann, *Zelle, Ei und Befruchtung*, 1887 (*Real-Encyclopädie der gesammten Heilkunde*, 2ª edizione).

Franz Leydig, *Zelle und Gewebe*, 1885 (*Lehrbuch der vergleichenden Histologie*, 1857). Trad. francese *Traité d'histologie*, Paris 1866.

VI.

Signori!

Per farci una chiara idea dell'ontogenesi o sviluppo individuale dell'uomo, noi dobbiamo, fra i molti mirabili e svariati processi di essa, rilevare acconciamente i più significanti, e da questi importanti punti fondamentali giudicare i numerosi fenomeni di minor momento.

Come primo e più importante di tali punti e in pari tempo come necessario punto di partenza della nostra ricerca ontogenetica ci si presenta il fatto che ogni uomo si sviluppa da un uovo e che *questo uovo è una semplice cellula.* Questa cellula-uovo umana nel complesso della sua forma e struttura non differisce essenzialmente dalla cellula-uovo dei rimanenti *mammiferi*, mentre d'altra parte si possono verificare determinate differenze fra la cellula-uovo matura dei mammiferi e quelle degli altri animali.

Pochi fatti possono per la loro fondamentale importanza essere posti a lato di questo significantissimo; ciò malgrado nel primo quarto del nostro secolo esso era ancora al tutto ignorato. Come già prima osservammo, solo nell'anno 1827 Carlo Ernesto von Baer scoprì di fatto, mediante l'osservazione, l'uovo dell'uomo e dei mammiferi. Fin allora si erano erroneamente considerate come uova certe vesciche maggiori in cui il vero uovo molto più piccolo sta rinchiuso. L'importante cognizione che quest'uovo dei mammiferi è una semplice cellula come l'uovo dei rimanenti animali non poteva naturalmente essere acquistata prima che esistesse la teoria cellulare. Ma questa fu stabilita solo nel 1838 da Schleiden per le piante e fu poi estesa da Schwann agli animali. Come già sapete questa teoria cellulare è della massima importanza per chi voglia pienamente comprendere l'organismo umano ed il suo sviluppo. È dunque utile premettere qui qualche parola sullo stato presente della teoria cellulare e sulla importanza dei concetti generali che le sono connessi.

Per apprezzare giustamente la *teoria cellulare*, che è la più importante base elementare dei nostri concetti morfologici e fisiologici, l'essenziale è anzi tutto che si consideri la cellula come *un organismo a sè*, come un vivente autonomo. Se noi colla dissezione anatomica scomponiamo in organi un corpo sviluppato di animale o di pianta come anche di uomo, e se poi coll'aiuto del microscopio studiamo di questi grossi elementi od organi la più minuta costituzione, allora noi siamo sorpresi dall'osservare che tutte queste diverse parti risultano composte da uno stesso costituente fondamentale od *elemento morfologico.* Questo elemento comune è appunto la *cellula.* È tutt'uno che noi per tal modo osserviamo anatomicamente una foglia, un fiore od un frutto ovvero un osso, un muscolo, una ghiandola, un brano di pelle, ecc.; dovunque noi troviamo lo stesso elemento morfologico che da Schleiden in poi si chiama *cellula.* Che cosa sia poi propriamente questa cellula è questione su cui esistono per vero diversissime opinioni; ma l'essenziale del nostro concetto di cellula sta in ciò che noi dobbiamo considerarla come un'*unità biologica* indipendente. La piccola cellula è, come

dice il Brücke, un « *organismo elementare* » o, come dice il Virchow, un « *focolare di vita* », un biomero. La si caratterizzerà forse nel modo più netto chiamandola una unità organica d' infima categoria od *individuo di prim'ordine;* poichè solo le cellule sono gli attivi punti di produzione di tutti i fenomeni vitali noi possiamo anche chiamarle *plastidi* o plasmatori (*Morfologia generale*, vol. I, pag. 269). Questa unità sussiste tanto nella forma anatomica come nella funzione fisiologica. Nei *protisti*, negli unicellulari protofiti e protozoi, l'interno organismo risulta per tutta la vita da un'unica *cellula autonoma*. Per contro negli *istoni*, nella gran maggioranza degli animali e delle piante, è solo al primo inizio della sua esistenza individuale che l'organismo è rappresentato da una semplice cellula; più tardi esso costituisce una società di cellule o meglio un organizzato *stato di cellule*. Il nostro proprio corpo non è in realtà una semplice unità biologica come lo ammette quel puerile concetto che si ha comunemente dell'uomo. Invece il nostro corpo è davvero una comunità sociale estremamente complessa di innumerevoli organismi microscopici, una colonia od uno stato che risulta da innumerevoli unità biologiche indipendenti, da svariate *cellule dei tessuti* (41).

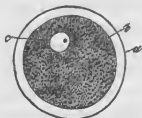


Fig. 1. — La cellula-uovo dell'uomo, ingrandita 100 volte. La sferica massa vitellina (*b*) è avvolta da una membrana chiara (ovolemma, *a*) e rinchiude un nucleo eccentrico (vescicola germinativa, *c*). Cf. fig. 13, pag. 88.

L'espressione di *cellula*, che d'altronde esisteva già molto prima della teoria cellulare, è propriamente mal scelta; lo Schleiden, che primo l'introdusse nella scienza nel senso della teoria cellulare, chiamò « cellule » i piccoli organismi elementari perchè essi per solito nelle sezioni di parti di vegetali appaiono come *camere* le quali, come le caselle o cellule di un alveare, si toccano colle loro pareti solide e sono piene di un liquido o di una massa molle come una poltiglia. Questo concetto, accettato anche dallo Schwann, secondo il quale si considerava la cellula come un sacco od otricello chiuso, ripieno di liquido e circondato da una solida membrana o parete, si è mantenuto per molto tempo: ma appunto al più delle cellule del corpo animale esso non è affatto applicabile. Quanto più si penetrò nella conoscenza delle cellule del corpo animale, tanto più si vide che il concetto di cellula doveva essere inteso in modo affatto diverso, poichè la membrana involgente o la parete solida in molte cellule (e sopratutto nelle giovani) manca interamente. Al presente si definisce dunque generalmente la cellula come un molle *corpicciuolo plasmatico* vivente, cioè come un denso grumetto semifluido (nè solido, nè fluido) il cui corpo albuminoide include un nucleo più compatto. Un invoglio o membrana può per vero esistere, come è il caso pel più delle cellule animali. In origine esso manca sempre. La forma della giovane cellula è per solito tondeggiante, più tardi è estremamente varia. Come esempio si confrontino le cellule di differenti parti del corpo umano nelle figure 3-7.

L'essenza del *concetto di cellula* nel senso odierno riposa dunque sull'esser composto il corpo cellulare da due parti attive diverse, una interna ed una esterna. L'elemento interno più piccolo è il *nucleo* della cellula (*nucleus; karyon* o *cytoblastus*, fig. 1 *c* e fig. 2 *k*). L'elemento esterno maggiore che include il primo è il vero *corpo della cellula* (*celleus, cytos* o *cytosoma*). La molle sostanza vivente che forma il substrato di questi due elementi morfologici della cellula ha una particolare composizione chimica ed appartiene al gruppo degli albuminoidi *corpi plasmatici* o « materie formatrici ». La base più essenziale e mai mancante del nucleo è la *sostanza nucleare* (*karyoplasma* o nucleina), quella del corpo della cellula, più molle della prima, è la

sostanza della cellula (*cytoplasma* o plastina). Nel caso più semplice le due sostanze possono apparire interamente semplici ed omogenee senza struttura ulteriormente riconoscibile. Per solito tuttavia si possono riconoscere in esse coll'aiuto di fortissimi ingrandimenti più minuti caratteri di struttura, *strutture plasmatiche*. Le più importanti e le più sparse di queste sono le « strutture filamentose » (Frommann) fibrillari o reticolari e le « strutture alveolari » (Bütschli) simili a schiuma.

L'*aspetto della cellula* o la forma esterna dell' « organismo elementare » mostra un'infinita varietà, corrispondente alla loro illimitata facoltà d'*adattamento* alle più varie funzioni e condizioni d'esistenza. Nel caso più semplice la cellula è *sferica* (fig. 2). Questa forma sferica regolare si

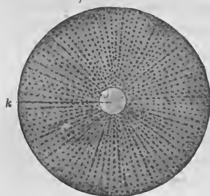


Fig. 2.



Fig. 3.

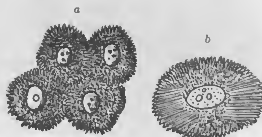


Fig. 4.

Fig. 2. Cellula-stipite di un echinoderma (*cytula* o " prima sfera di segmentazione " = cellula-uovo fecondata) (da Hertwig); *k*) Il nucleo, *Karion* o *Nucleus*. — Fig. 3. Tre cellule epiteliali della mucosa boccale della lingua. — Fig. 4. Cinque cellule spinose con margini incastrati gli uni negli altri, dall'epidermide; una di esse (*b*) è isolata.

trova segnatamente in quelle cellule che presentano la più semplice struttura e che si svolgono in un liquido liberamente e indipendentemente da pressioni esterne. Non di rado il nucleo è allora anche esso sferico ed incluso nel centro del concentrico corpo della cellula (fig. 2*k*). In altri casi le cellule non hanno nemmeno forma determinata perchè esse, in seguito a movimenti automatici, sono in istato di continuo e lento mutamento; così nelle amebe (figg. 15 e 16) e negli ameboidi planociti (amebociti) (fig. 11), e anche nelle uova giovanissime (fig. 12). Tuttavia per solito la cellula assume nel corso della sua vita una forma ben determinata. Nei tessuti del corpo animale multicellulare, nei quali numerose cellule omogenee sono collegate secondo determinate leggi ereditarie, la loro forma viene determinata parte dal modo di questo collegamento, parte dalla loro speciale funzione. Così noi troviamo per es. nella mucosa boccale della nostra lingua delle cellule pavimentose sottilissime e delicate o cellule epiteliali dal profilo rotondo (fig. 3). Nella nostra epidermide vi sono simili ma più dure cellule tegumentali, le quali coi loro margini dentellati si incastrano le une nelle altre (fig. 4). Nel fegato ed in altre ghiandole vi sono cellule più grosse e più molli concatenate insieme in serie (fig. 5).



Fig. 5. — Dieci cellule epatiche, una di esse (*b*) con due nuclei.

Questi ultimi tessuti (fig. 3-5) appartengono alle forme più semplici e primitive, al gruppo dei tessuti tegumentari od *epitelii*. In questi « *tessuti primari* » (cui appartengono anche i « foglietti germinativi ») le cellule semplici ed omogenee sono ordinate a strati o a mo' di pavimenti. Più complicati divengono l'ordinamento e la configurazione nei *tessuti secondari* che non nascono che successivamente da quelli nei tessuti dei muscoli, dei nervi, delle ossa, ecc. Nelle ossa, p. es., le quali appartengono al gruppo dei tessuti di sostegno o *connettivi* (fig. 6), le cellule sono stellate ed insieme

connesse per mezzo di numerosi prolungamenti collegati a rete; così pure nel tessuto dei denti (fig. 7) ed in altre forme del tessuto connettivo, dove fra le cellule viene secreta una *massa intercellulare* molle o solida « sostanza fondamentale o intercellulare ».

La grandezza delle cellule è pure molto diversa. La gran maggioranza degli organismi elementari è invisibile all'occhio nudo e solo riconoscibile al microscopio (in media fra 0.01 e 0.1 mm.). Vi sono tuttavia dei plastidi molto più piccoli, come per esempio i famosi batterii, che in parte non divengono visibili che coll'aiuto dei più forti ingrandimenti. Per altra parte molte cellule salgono a considerevole grandezza e raggiungono più millimetri o centimetri di diametro, così per esempio, fra gli unicellulari protisti, molti rizopodi (radiolari e talamofori). Fra le cellule dei tessuti del corpo animale molte fibre muscolari e nervee vengono lunghe oltre un decimetro o anche un metro. Sono fra le cellule maggiori le cellule-uova ricche di tuorlo, così per esempio, il giallo tuorlo dell'uovo di gallina, del quale tratteremo più oltre (fig. 14, pag. 89).

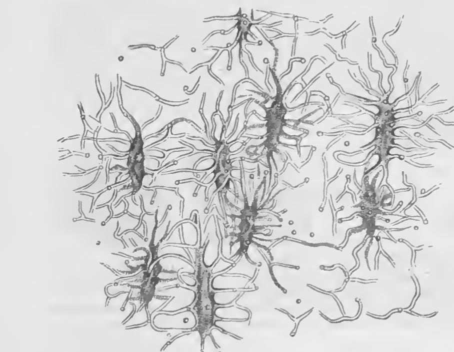


Fig. 6. — Nove cellule ossee stellate con prolungamenti ramificati.

Come la grandezza e la forma delle cellule è anche estremamente molteplice la loro *struttura*. Sotto questo rapporto è sopratutto importante far distinzione fra gli elementi attivi e passivi di questi individui elementari. Solo i primi, le *parti attive della cellula*, sono realmente viventi e dànno origine a quel meraviglioso mondo di fenomeni che noi comprendiamo sotto il concetto di « vita organica »: in prima linea vi appartiene l'interna *sostanza nucleare* (*karyoplasma*), in seconda linea l'esterna *sostanza cellulare* (*cytoplasma*). Solo in terza linea vengono poi le *parti passive della cellula* le quali sono formate in via secondaria dalle prime e che io nel IX capitolo della mia *Morfologia generale* (pag. 279) ho riunito sotto il nome di *prodotti del plasma;* queste sono in parte esterne (membrane cellulari e sostanza intercellulare), in parte interne (succo cellulare e contenuto della cellula).



Fig. 7. — Undici cellule stellate, dallo smalto di un dente, riunite per mezzo dei loro prolungamenti ramificati.

Il *nucleo della cellula* (*nucleus* o *karyon*) per solito tondeggiante è in origine al tutto omogeneo (specialmente nelle cellule giovanissime) e costituito da materia nucleare omogenea o carioplasma (fig. 2 *k*). Solitamente però il nucleo si fa più tardi vescicolare: cosicchè si può distinguere una più compatta *base nucleare* o massa fondamentale

del nucleo (*karyobasis*) ed un molle *succo nucleare* (*karyolympha*). La cariobasi forma una membrana avvolgente il nucleo vescicolare e spesso un'impalcatura o tessuto di fili ramificati che partono dalla membrana ed attraversano la cavità della vescicola ripiena di succo nucleare. Quest'*impalcatura nucleare* (*karyomitoma*) è composta di due sostanze diverse di cui l'una (*cromatina*) viene intensamente colorata dal carmino ed altre materie coloranti, l'altra (*acromina* o *linina*) no. In una maglia dell'impalcatura nucleare (od anche contro la faccia interna della membrana nucleare) giace per solito un corpo più compatto, più scuro, molto rifrangente, il *nucleolo* (*nucleolus*); parecchi nuclei cellulari contengono più nucleoli (così p. es. la vescicola germinativa dell'uovo dei pesci e degli anfibi).

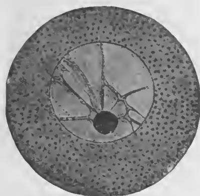


Fig. 8. — Cellula-uovo immatura di un echinoderma (da Hertwig).

Il nucleo vescicolare (vescicola germinativa) è sferico, grande la metà della sferica cellula-uovo, ed include una impalcatura nucleare nel cui punto nodale giace un oscuro nucleolo (macchia germinativa).

Il *corpo della cellula* (*celleus* o *cytosoma*) risulta pure originariamente e nel caso più semplice da un corpo plasmatico omogeneo, semifluido, dall'omogenea *sostanza della cellula* (*cytoplasma*). Ordinariamente però solo la minor parte di essa è formata dalla vivente *sostanza cellulare attiva* (*protoplasma*). La massima parte è invece fatta di prodotti morti, *passivi*, del plasma (*metaplasma*). Questi ultimi si possono acconciamente dividere in esterni ed interni. *Prodotti plasmatici esterni* (secreti esternamente dal protoplasma in forma di solide « *sostanze figurate* ») sono le membrane cellulari e le sostanze intercellulari. I *prodotti plasmatici interni* sono parte il fluido *succo cellulare* (*cytolympha*), parte più solide strutture figurate (*paraplasma*). Per solito nelle cellule più mature e differenziate questi diversi elementi del corpo della cellula sono ordinati in tal modo che il protoplasma (come nel nucleo vescicolare il carioplasma) forma una impalcatura (*cytomitoma*, massa filare o spongioplasma). Le lacune di quest'impalcatura cellulare sono in parte riempite dal fluido succo cellulare (*cytolympha*), parte da prodotti plasmatici figurati più compatti (paraplasma o massa interfilare); fra questi hanno speciale importanza certi piccoli granuli plasmatici (*granula* o *microsomi*) e granuli grassi (*liposomi*). Inoltre possono poi ancora essere deposti nel citoplasma molti altri prodotti, per esempio concrementi, cristalli, granuli ghiandolari, ecc.

La semplice *cellula-uovo* sferica dalla quale noi siamo partiti (figg. 1, 2) conserva in molti casi il carattere indifferente di una tipica cellula primordiale. Come contrapposto e come esempio di un plastide differenziatissimo prenderemo ora a considerare una grande *cellula nervea*, o cellula gangliare, del cervello. La cellula-uovo rappresenta sostanzialmente l'intero animale; cioè essa possiede la facoltà di produrre da sè sola tutto quanto il corpo animale multicellulare; essa è la progenitrice comune di tutte le generazioni di innumerevoli cellule che si svolgono formando i più diversi tessuti del corpo: essa riunisce in sè in certo qual modo le loro differenti energie, ma solo potenzialmente, solo in embrione. Ad essa fa il massimo contrasto la cellula nervea del cervello (fig. 9) sviluppata in modo sommamente unilaterale. Essa non è capace, come la cellula-uovo, di produrre numerose generazioni di cellule, di cui le une si trasformano in cellule epidermiche, le altre in cellule muscolari, le terze in cellule ossee e così via dicendo. Ma con ciò la cellula nervea si è perfezionata in modo da compiere le più elevate funzioni vitali; essa possiede la facoltà di sentire, di volere, di pensare.

Essa è una vera « *cellula dell'anima* » un organo elementare dell'attività psichica. Perciò essa possiede una minuta struttura estremamente complicata. Infiniti filamenti di estrema tenuità, paragonabili ai numerosi fili elettrici di una grande stazione centrale telegrafica, si estendono, variamente incrociati, traverso il protoplasma finamente granuloso della cellula nervea e si portano nei prolungamenti ramificati che partono da questa cellula psichica e la mettono in comunicazione con altre cellule e fibre nervee (vedi fig. 9, *a*, *b*). Ci è appena possibile di seguire parzialmente in modo approssimato le loro vie intricate attraverso alla sostanza fondamentale finamente granulosa del corpo citoplasmatico.

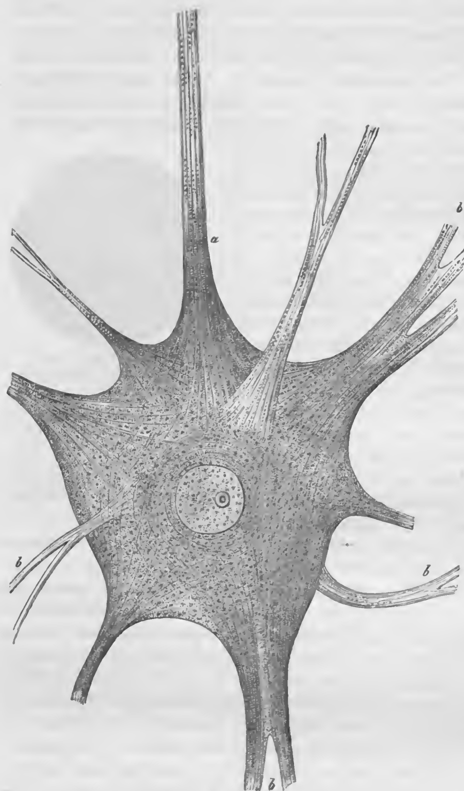


Fig. 9. — Una grande cellula nervea ramificata o « cellula psichica » del cervello di un pesce elettrico (*Torpedo*), ingrandito 600 volte.

Nel centro della cellula sta il grande nucleo sferico chiaro (*nucleus*) che include un nucleolo (*nucleolus*) ed in questo un nucleolino (*nucleolinus*). Il protoplasma della cellula è diviso in innumerevoli fili (o fibrille) che sono immersi in una sostanza intermedia finamente granulosa e si proseguono nei prolungamenti ramificati della cellula (*b*). Un prolungamento (*a*) diventa fibra nervea (da Max Schultze).

Qui noi siamo in presenza d'un apparato estremamente complesso di cui anche coll'aiuto dei nostri più potenti microscopii abbiamo appena incominciato a conoscere la minuta struttura. La sua intricata composizione corrisponde alla somma complicatezza della sua funzione psichica. E tuttavia anche questo organo elementare dell'attività psichica, che si trova a migliaia nel nostro cervello, non è niente di più che una singola cellula. Tutta quanta la nostra *vita psichica* non è altro che il risultato complessivo delle attività riunite di tutte queste cellule nervee o *cellule psichiche*. In mezzo a ciascuna di quelle cellule sta un gran nucleo chiaro il quale contiene un piccolo nucleolo scuro. Anche qui, come

dappertutto, il nucleo determina l'individualità della cellula e dimostra che tutto questo edificio malgrado la complicatezza della sua minuta fabbrica non ha che il valore morfologico di una singola cellula.

In opposizione a quest'elevatissima e così unilateralmente differenziata cellula psichica (fig. 9), la nostra cellula-uovo (figg. 1, 2) non è ancora affatto differenziata. Tuttavia anche qui dalle sue proprietà vitali noi dobbiamo indurre una complicatissima composizione chimica del suo corpo protoplasmatico, una fina struttura molecolare la quale sfugge interamente al nostro occhio. Questa *ipotetica struttura molecolare del plasma* è ora per vero ammessa generalmente, ma però essa non è mai stata realmente osservata e sta molto al di là dei limiti della nostra percezione microscopica; essa non deve, come spesso accade, essere scambiata colle minute strutture plasmatiche (reti fibrillari, gruppi di granuli, alveoli, ecc.) che noi possiamo realmente osservare con forti ingrandimenti.

Noi abbiamo chiamato le cellule organismi elementari, elementi morfologici, od « individui di prim'ordine », ma questa determinazione di concetto ha bisogno propriamente di essere limitata. In fatti le cellule non ci presentano per nulla, come per solito si ammette, l'infimo grado dell'individualità organica. Piuttosto anche oggidì vi sono organismi elementari ancora più semplici dei quali vogliamo subito far cenno e sui quali ritorneremo più tardi. Questi sono i *citodi:* esseri viventi indipendenti che sono costituiti unicamente da un frammento di *plasson;* il loro corpicciuolo affatto omogeneo risulta di una sostanza albuminoide che non è ancora differenziata in carioplasma e citoplasma ma possiede riunite le proprietà d'entrambi. Simili citodi sono, p. es., i notevoli batterii e le *monere* (cfr. la conferenza XIX). Strettamente parlando noi dobbiamo dunque dire: l'organismo elementare o l' « individuo di prim'ordine » si presenta in due diversi gradi. Il primo ed infimo grado è il *citode* che risulta solo da un frammento di plasson o di « muco primitivo » semplicissimo (*Urschleim*). Il grado secondo, più elevato, è la *cellula*, che è già differenziata in sostanza del nucleo e sostanza della cellula. Ambo i gradi, citodi e cellule, vengono da noi compresi sotto il concetto di *plasmatori* o *plastidi*, poichè essi in realtà fabbricano da soli l'organismo (42). Ma negli animali e vegetali superiori non si trovano generalmente di tali citodi ma solo vere cellule che contengono un nucleo. Qui dunque l'organismo elementare è già sempre composto di due parti chimicamente e morfologicamente differenti, dell'esterno corpo della cellula (*cytosoma*) e dell'interno nucleo (*karyon*).

Ora per convincersi veramente che ogni cellula è un organismo indipendente basta considerare le *manifestazioni vitali* e lo sviluppo di questo minuto essere. Si vede allora che esso compie tutte le funzioni vitali essenziali che compie l'intero organismo, tanto le funzioni animali, quanto quelle vegetali. Esso ammette dentro di sè degli umori che assorbe dal liquido circostante; anzi le cellule nude possono persino accogliere da qualsivoglia punto della loro superficie dei corpicciuoli solidi; possono dunque « mangiare » senza aver bisogno per ciò di una speciale bocca e di uno stomaco (confrontare la fig. 18, pag. 93).

Ogni singola cellula è poi in grado di riprodursi. Questa riproduzione avviene nel più dei casi per semplice *scissione*, ora direttamente, ora indirettamente; la semplice divisione *diretta* (od « amitotica ») è più rara ed occorre p. es. nelle cellule del sangue (fig. 10). In essa il nucleo si divide dapprima, previo strangolamento, in due pezzi uguali; le due metà si allontanano, ed allora si divide il protoplasma fra i due pezzi per modo che anch'esso si scinde in due parti. Molto più frequente è la divisione indiretta

o « mitotica » nella quale il carioplasma del nucleo ed il citoplasma del corpo della cellula reagiscono reciprocamente in modo particolare con parziale dissolvimento (cariolisi), formazione di gomitoli ed anse (mitosi) e movimento del corpo plasmatico bipartito verso due centri d'attrazione polari che reciprocamente si respingono (cariocinesi).

Ma il plastide è anche dotato delle funzioni animali del moto e del senso. La singola cellula è in grado di muoversi e di andare strisciando in giro quando essa ha spazio e libertà di movimenti e non ne è impedita da un involglio solido; allora essa emette dalla superficie processi digitiformi che tosto novellamente ritrae mutando così la sua forma (v. fig. 11). Finalmente la cellula giovane è sensibile, più o meno irritabile: sotto l'influenza di stimoli chimici o meccanici essa eseguisce certi movimenti. Noi possiamo dunque attribuire alla singola cellula tutte le funzioni essenziali che comprendiamo sotto il concetto generico di *vita* cioè: sensazione, moto, nutrimento, riproduzione. Tutte queste proprietà possedute dall'animale superiore pluricellulare si trovano già anche nella singola cellula animale, almeno nel suo stadio giovanile. Su questo fatto non v'ha più oramai dubbio di sorta, noi possiamo dunque considerarlo come solida e significantissima base del nostro concetto fisiologico dell'organismo elementare.

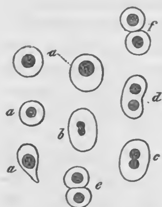


Fig. 10. — Cellule (globuli) del sangue che si moltiplicano per divisione diretta (dal sangue di un giovane embrione di cervo).

Ogni cellula del sangue ha originariamente un nucleo ed è sferica (*a*). Tosto che essa vuole riprodursi, si scinde dapprima il nucleo in due nuclei (*b*, *c*, *d*). Poi anche il corpo protoplasmatico si restringe fra i due nuclei che si allontanano l'uno dall'altro (*e*). Finalmente la costrizione diventa completa ed il tutto si divide in due cellule figlie (*f*) (da Frey).



Fig. 11. — Cellule mobili di un occhio infiammato di rana (dall'umor acqueo dell'occhio).

Le cellule nude si muovono vivacemente strisciando in giro emettendo come le amebe o rizopodi dei tenui prolungamenti dal loro nudo corpo protoplasmatico. Questi prolungamenti mutano costantemente numero, forma e grandezza. Il nucleo di queste cellule linfatiche ameboidi (cellule vaganti o planociti) non è visibile perchè celato dai numerosi granuli sparsi nel protoplasma (da Frey).

Senza qui trattenerci più oltre sugli importantissimi fenomeni della vita cellulare noi vogliamo subito saggiare l'applicazione della teoria cellulare all'uovo. Ora qui da questa ricerca comparativa ci si schiude l'importantissimo risultato che *ogni uovo è originariamente una semplice cellula.* Ciò ha la massima importanza perchè così tutta la nostra ontogenesi si risolve in questo problema « in qual modo da un organismo unicellulare ne nasce uno pluricellulare? » Ogni individuo organico è in origine una semplice cellula e, come tale, un organismo elementare od un individuo di primo ordine. È solo più tardi che per divisione di questa cellula nasce un cumulo di cellule da cui si svolge l'organismo pluricellulare, cioè un individuo di ordine superiore.

Se noi ora consideriamo un po' più dappresso il carattere primitivo della stessa *cellula-uovo* noi ci convinciamo del fatto straordinariamente importante che nel suo stato giovanile la cellula-uovo ha in tutti gli animali e nell'uomo la stessa struttura semplice ed indifferente (fig. 12). Noi non siamo in grado di trovare qualche differenza essenziale tra di esse, nè riguardo alla forma esterna nè riguardo alla interna

composizione. Più tardi le uova, pur rimanendo unicellulari, sono tuttavia molto differenti per grandezza e forma, includono molteplici corpicciuoli vitellini, hanno diversi involucri, ecc. Se però si ricercano le uova nel loro luogo di nascita, là dove esse si producono, nell'ovario dell'individuo femmineo, allora si trovano queste *uova primitive* nei primi stadii della loro vita sempre colla stessa struttura, e cioè ogni uovo primitivo si presenta come una cellula semplicissima, tondeggiante, nuda, mobile, che non possiede alcuna membrana; essa non risulta che di un grumo di citoplasma e del nucleo che v'è rinchiuso (fig. 12). Queste due parti nell'uovo portano già da gran tempo nomi speciali: cioè il corpo della cellula si chiama qui *tuorlo* o *vitello* (*vitellus*) ed il nucleo della cellula porta il nome di *vescicola germinativa* (*vesicula germinativa*). Nell'ovulo il nucleo è per solito di consistenza molle con carattere vescicolare. Nell'interno di questa vescicola si trova, come in molte altre cellule un'impalcatura nucleare ed un terzo corpicciolo solido, che nelle cellule solite si chiama nucleolo (*nucleolus*). Nella cellula-uovo esso si chiama *macchia germinativa* (*macula germinativa*). Finalmente si trova in molte uova (ma non in tutte) all'interno di questa macchia germinativa ancora un punticino più interno, un nucleolino, che si può chiamare *punto germinativo* (*punctum germinativum*). Frattanto queste due ultime parti (macchia germinativa e punto germinativo) non hanno, a quanto pare, che una importanza secondaria; importanza fondamentale hanno solo i due primi costituenti: il vitello e la vescicola germinativa. Nel vitello bisogna ben distinguere l'attivo *vitello di formazione* (*protoplasma*) dal passivo *vitello di nutrizione* (*deutoplasma*).

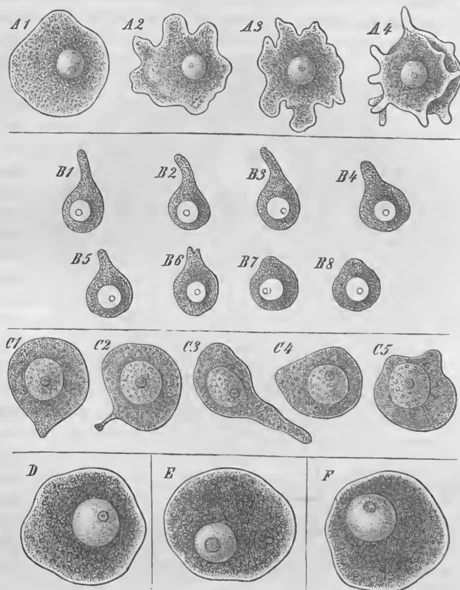


Fig. 12. — Uova primitive di diversi animali, dotate di movimenti ameboidi, fortemente ingrandite.

Tutte le uova primitive sono cellule nude di forma mutabile. Nell'oscuro protoplasma finamente granuloso (vitello dell'uovo) giace un grosso nucleo vescicolare (vescicola germinativa) e in questo un nucleolo (macchia germinativa) nel quale spesso è ancora percettibile un punto germinativo; *A* 1-*A* 4, Un ovulo di una spugna calcarea (*Leuculmis echinus*) in quattro stadi successivi di movimento; *B* 1-*B* 8, Un ovulo di un crostaceo parassita (*Chondracanthus cornutus*) in otto stadi successivi di movimento (secondo Edoardo Van Beneden); *C* 1-*C* 5, Ovuli del gatto in diversi stadi di movimento (da Pflüger); *D*, Un ovulo di trota; *E*, Un ovulo di pulcino; *F*, Un ovulo di uomo.

In parecchi animali inferiori (p. es. spugne, polipi, meduse) le nude cellule-uovo conservano il loro semplicissimo carattere primitivo fino alla fecondazione. Nel più degli animali però esse subiscono già prima di questa determinati mutamenti: esse ricevono in parte certe aggiunte al vitello che sono destinate alla nutrizione dell'uovo (vitello di nutrizione), parte esterni invogli o membrane a scopo di protezione (membrane dell'uovo, ovolemma o prochorion). Un simile invoglio si produce in tutti gli embrioni di mammiferi nel corso della loro ulteriore evoluzione. La piccola sfera viene circondata da una fitta capsula interamente trasparente e ialina chiamata *zona pellucida* od *ovolemma pellucidum* (vedi figura 13). Se noi osserviamo minutamente quest'ultima coll'aiuto del microscopio noi vi possiamo scorgere finissime strie radiali che traversano la zona e non sono altro che finissimi canali. L'uovo dell'uomo tanto in istato immaturo come in istato perfetto non si può distinguere da quello del più degli altri mammiferi. La sua forma, la sua grandezza, la sua composizione rimangono dappertutto pressapoco le stesse. In istato al tutto perfetto il suo diametro è di circa $^1/_{10}$ di linea o 0,2 mm. Se avendo convenientemente isolato un uovo di mammifero lo si tiene su una lastra di vetro contro luce lo si può appunto riconoscere all'occhio nudo come un punticino. La stessa grandezza hanno le uova del più dei mammiferi superiori. Quasi sempre il diametro della sferica cellula-uovo sta fra $^1/_{20}$ e $^1/_{10}$ di linea (0,1-0,2 mm.). Essa ha sempre la stessa forma sferica, sempre la stessa fitta membrana caratteristica; sempre la stessa vescicola germinativa chiara, sferica colla sua scura macchia germinativa. E se noi applichiamo il miglior microscopio coi più potenti ingrandimenti noi non siamo in grado di scoprire una differenza essenziale tra l'uovo dell'uomo, della scimmia, del cane, ecc. Con ciò non si vuol dire che non vi sia addirittura alcuna differenza tra le uova di questi diversi mammiferi. Al contrario noi dobbiamo ammettere che esista in modo affatto generale, almeno riguardo alla composizione chimica. Anche le uova dell'uomo sono fra loro differenti; se no da ciascun uovo non si svilupperebbe una persona distinta. Secondo la *legge della disuguaglianza*

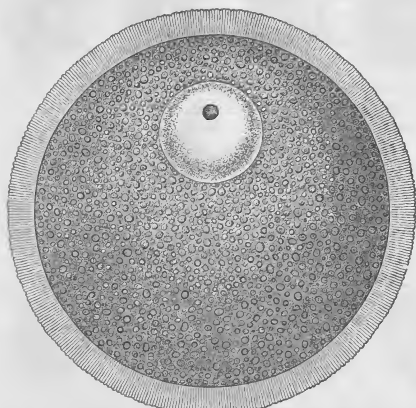


Fig. 13. — L'uovo dell'uomo, ricavato dall'ovario della donna, ingrandito 400 volte.

Tutto l'uovo è una semplice cellula sferica. La massa principale di questa sferica cellula-uovo è formata dal *tuorlo* (*deutoplasma*) granuloso che è ugualmente distribuito nell'attivo protoplasma e risulta da innumerevoli granuli di vitello. Superiormente nel tuorlo sta la chiara sferica *vescicola germinativa* che corrisponde al nucleo (*nucleus*) della cellula. Questo contiene un granulo più scuro, la *macchia germinativa* la quale rappresenta il nucleolo (*nucleolus*). Il tuorlo sferico è incluso nella spessa chiara membrana dell'uovo (*ovolemma* o *zona pellucida*). Questa è attraversata da molte finissime linee dirette raggiatamente verso il centro della sfera, cioè dai *poricanali* pei quali nella fecondazione le mobili cellule spermatiche filiformi penetrano nel tuorlo.

individuale noi dobbiamo presupporre che « tutti gli individui organici fin dal principio della loro esistenza individuale sono disuguali per quanto siano spesso estremamente simili » (*Morf. gen.*, vol. II, pag. 202). Per vero coi nostri rozzi ed imperfetti strumenti noi non siamo in grado di riconoscere effettivamente queste minute differenze individuali le quali si debbono solo cercare nella *struttura molecolare*. Tuttavia per l'origine comune dell'uomo e degli altri mammiferi la naturale rassomiglianza delle loro uova, che a noi può apparire completa uguaglianza, è pur sempre molto dimostrativa. Infatti l'uguale sua forma embrionale ci fa indurre una comune forma stipite. Per contro vi sono notevoli particolarità per le quali l'uovo maturo dei mammiferi si può distinguere molto facilmente dall'uovo maturo degli uccelli, degli anfibi, dei pesci e di altri vertebrati (cfr. la chiusa della XXIX conferenza).

Specialmente diverso è l'uovo maturo degli uccelli (vedi figura 14). Per vero nella sua prima gioventù, come ovulo (fig. 12, E), anche questa cellula-uovo è affatto simile a quella dei mammiferi (fig. 12, F). Ma più tardi essa accoglie dentro di sè, ancora allo interno dell'ovidotto, una quantità di nutrimento e la elabora formandone il noto abbondante tuorlo giallo. Se si esamina un uovo giovanissimo nell'ovario della gallina si trova una semplice, piccola, nuda cellula ameboide al tutto simile alle giovani cellule-uovo di altri animali (fig. 12). Più tardi però esso cresce così considerevolmente da pigliar l'estensione della nota sfera gialla di tuorlo. Il nucleo della cellula-uovo o la vescicola germinativa, viene così respinto affatto alla superficie della sferica cellula-uovo ed è qui incluso in una piccola quantità di vitello più chiaro, il così detto vitello bianco. Questo forma colà una macchia bianca rotonda, che è conosciuta sotto il nome di *cicatricula* (fig. 14, *b*). Dalla cicatricula si estende una tenue striscia di vitello bianco attraverso al vitello giallo fino al centro della cellula sferica dove essa si rigonfia a formare una piccola sfera centrale (detta malamente cavità vitellina o *latebra*, fig. 14, *d'*). La massa gialla vitellina che circonda questo vitello bianco sembra, nell'uovo indurito, concentricamente stratificata (*c*). Esternamente il vitello giallo è avvolto da una delicata membrana senza struttura (*membrana vitellina*) (*a*).

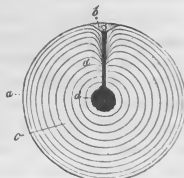


Fig. 14. — Una cellula-uovo matura dall'ovario d'una gallina.

Il vitello giallo di nutrizione (*c*) è composto di molti strati concentrici (*d*) ed avvolto da una sottile membrana vitellina (*a*). Il nucleo della cellula, o vescicola germinativa, sta in alto, nella cicatricula (*b*). Di lì il tuorlo bianco si prosegue fin nella centrale cavità vitellina (*d'*). Però le due sorta di vitello non sono nettamente separate.

Poichè la grande, gialla, cellula-uovo dell'uccello negli uccelli maggiori raggiunge varii pollici di diametro ed include corpi vitellini vescicolari, si credeva una volta che essa non si dovesse considerare come una semplice cellula. Frattanto quest'errore, che condusse l'His ed altri embriologi a conclusioni al tutto false, fu già confutato trent'anni fa dal Gegenbaur. La cellula-uovo dell'uccello non fecondata ed indivisa rimane col suo unico nucleo una vera cellula per quanto essa possa crescere col prodursi di massa vitellina gialla. Ogni cellula che contiene un unico nucleo, ogni ameba, ogni gregarina, ogni infusorio, è unicellulare e rimane unicellulare per quanto differenti materie esso possa mangiare. Così pure la cellula-uovo rimane una semplice cellula per quanto vitello nutritivo giallo esso possa ulteriormente accumulare nell'interno del suo protoplasma. Gegenbaur e Van Beneden l'hanno dimostrato chiaramente nei loro eccellenti lavori sull'uovo dei vertebrati (43).

In altro modo, come è naturale, si comporta l'uovo d'uccello subito che esso venga

fecondato. Allora il suo nucleo si divide per ripetuta scissione in più nuclei e così pure si divide corrispondentemente il protoplasma della cicatricula che lo circonda. Allora l'uovo d'uccello risulta di tante cellule quanti nuclei sono presenti nella cicatricula. Nell'uovo fecondato e deposto che noi ogni giorno consumiamo la gialla sfera vitellina è dunque già un corpo pluricellulare. La sua cicatricula è composta di molte cellule ed ormai piglia il nome di disco germinativo (o *discus blastodermicus*). Ci ritorneremo sopra nella IX conferenza.

Dopochè l'uovo maturo di uccello (fig. 14) è uscito dall'ovario ed è stato fecondato nell'ovidotto esso si circonda di diversi invogli che vengono secreti dalla parete dello ovidotto. Anzitutto attorno alla sfera gialla di tuorlo si depone il potente strato di chiara albumina, poi l'esterno duro guscio calcareo al quale si applica ancora internamente una tenue membrana del guscio. Tutti questi invogli, queste aggiunte formatesi poi attorno all'uovo, non hanno importanza per la formazione dell'embrione; sono parti che servono solo a difesa della primitiva e semplice cellula-uovo. Anche in altri animali noi troviamo spesso uova straordinariamente grandi con potenti involucri, p. es. nei pesci cani. Anche qui in origine l'uovo è propriamente affatto la stessa cosa che nel mammifero, vale a dire una semplicissima cellula nuda. In seguito però anche qui, come nell'uccello, si accumula nell'interno del primitivo vitello dell'uovo una considerevole quantità di vitello di nutrizione: provvista pel crescente embrione; esternamente, attorno all'uovo si formano diversi invogli. Anche in molti altri animali la cellula-uovo riceve simili aggiunte interne ed esterne. Dappertutto però esse hanno solo un'importanza fisiologica, non già morfologica; esse non hanno alcuna influenza diretta sulla conformazione dell'embrione stesso. In parte esse vengono consumate come alimento dall'embrione, in parte non servono che di invoglio protettore. Perciò noi possiamo qui lasciarle affatto in disparte e tenerci al più importante: *all'essenziale eguaglianza della primitiva cellula-uomo nell'uovo e negli altri animali* (fig. 12).

Permettete ora che qui per la prima volta noi facciamo uso della nostra legge biogenetica fondamentale ed applichiamo direttamente alla cellula-uovo dell'uomo questa fondamentale legge causale dell'evoluzione. Noi veniamo allora ad una conclusione semplicissima ma estremamente significativa. *Dalla natura unicellulare dell'uovo umano e dell'uovo dei rimanenti animali segue direttamente, secondo la legge biogenetica fondamentale, la conclusione che tutti gli animali, compreso l'uomo, discendono in origine da un organismo unicellulare.* Se realmente quella legge fondamentale è vera, se realmente la storia dell'embrione è un riassunto od una ripetizione abbreviata della storia della stirpe (e noi non ne possiamo dubitare) allora noi dal fatto che le uova sono originariamente semplici cellule, dobbiamo trarre necessariamente la conclusione che tutti gli organismi pluricellulari discendono in origine da organismi unicellulari. Siccome però la cellula-uovo primitiva ha nell'uomo e in tutti gli animali lo stesso carattere semplice ed indifferente, così noi potremo anche ammettere con qualche verosimiglianza che quella forma-stipite unicellulare era l'organismo unicellulare stipite *comune* di tutto il regno animale compreso l'uomo. Tuttavia questa ultima ipotesi non ci pare per nulla così necessaria ed assolutamente sicura come quella prima conseguenza.

L'*induzione per cui si risale dalla forma embrionale unicellulare alla unicellulare forma stipite* è così semplice, ma anche così importante che non le si potrà mai dare soverchio peso. Noi dobbiamo dunque dapprima porre la questione se forse vi siano ancora oggidì organismi unicellulari, la cui forma ci permetta di trarre una

conclusione approssimativa riguardo alla forma che fu stipite primitivo di tutti gli organismi pluricellulari. La risposta a questa questione ci dice: Certamente! è indubitato che ci sono anche oggidì organismi unicellulari che per tutti i loro caratteri non sono propriamente altro che una permanente cellula-uovo. Vi sono organismi unicellulari indipendenti, di semplicissima natura, i quali non si sviluppano più oltre, che passano tutta la loro vita allo stato di semplici cellule nude e che come tali si riproducono senza riuscire a svolgersi ulteriormente. Noi conosciamo ora un gran numero di tali organismi unicellulari p. es. le gregarine, i flagellati, le acinete, gli infusorii, ecc. Frattanto uno fra loro ci interessa più d'ogni altro poichè in quella questione esso si porta subito in prima linea, e deve essere considerato come la forma unicellulare primitiva che più si approssima alla vera forma-stipite. Quest'organismo è l'*ameba*.



Fig. 15.
Un'ameba strisciante (forte ingrand.).

L'intero organismo ha il valore morfologico di una semplice cellula nuda e si aggira mediante i mutevoli prolungamenti che dal suo corpo protoplasmatico sono emessi e di nuovo ritratti. Nell'interno di esso è nascosto il tondeggiante nucleo col suo nucleolo.

Sotto il nome di *ameba* si comprende già da molto tempo una quantità di microscopici organismi unicellulari i quali non sono affatto rari, ma anzi sono molto sparsi sopratutto nelle acque dolci ma anche in mare; ultimamente si sono conosciuti abitare anche nella terra umida. Se si porta una tale ameba vivente in una goccia d'acqua sotto il microscopio e la si osserva con forte ingrandimento essa appare per solito come un corpicciolo tondeggiante di forma affatto irregolare e mutabile (figg. 15, 16). Nel corpo molle, mucoso, semifluido risultante da protoplasma noi non distinguiamo altro che un corpicciolo più compatto o vescicolare che vi è rinchiuso, il nucleo. Ora questo corpo unicellulare si muove indipendentemente e va strisciando in vario senso sul vetro sul quale noi lo osserviamo. La locomozione avviene per l'emettere che fa l'informe corpo da diverse parti della sua periferia prolungamenti digitiformi i quali sono in via di lento ma costante mutamento e tirano dietro a sè la rimanente massa del corpo. Dopo qualche tempo lo spettacolo può cambiare: l'ameba subitamente sta ferma, ritrae i suoi prolungamenti e prende forma sferica. Ma presto la sferula mucosa ricomincia ad espandersi, ad emettere prolungamenti in altra direzione ed a nuovamente camminare. Questi prolungamenti mutabili si chiamano *falsi piedi* o *pseudopodii* perchè fisiologicamente essi si comportano come piedi e tuttavia non sono organi speciali in senso morfologico. Infatti essi scompaiono così rapidamente come son nati e non sono altro che variabili sollevamenti della massa semifluida, omogenea ed amorfa del corpo.

Se una di queste amebe striscianti viene toccata con un ago o se si aggiunge all'acqua una goccia d'acido, essa in seguito a questo stimolo meccanico o chimico si contrae subitamente in tutto il suo corpo. Per solito il corpo assume allora nuovamente la forma sferica. In certe circostanze, p. es., se l'inquinamento dell'acqua dura a lungo, l'ameba prende anche ad incapsularsi. Essa secerne una capsula o membrana omogenea che subito s'indurisce ed appare oramai in istato di riposo come una cellula sferica che è avvolta da una membrana protettrice. L'ameba unicellulare prende il suo nutrimento sia assorbendo direttamente dall'acqua materie disciolte, sia accogliendo in sè solidi corpiccioli estranei coi quali essa venga in contatto. Quest'ultimo fenomeno si può osservare ogni istante se la si obbliga a mangiare. Se si portano nell'acqua

materie coloranti minutamente polverizzate, p. es. carmino, indaco, allora si vede che il molle corpo dell'ameba accoglie in sè questi granuli di sostanza colorante e che la molle sostanza cellulare confluisce al disopra di questi granuli. Così l'ameba può da ogni punto della sua superficie prendere nutrimento senza che esista alcun organo speciale per la presa degli alimenti e per la digestione, senza che vi sia una vera bocca ed un vero intestino.

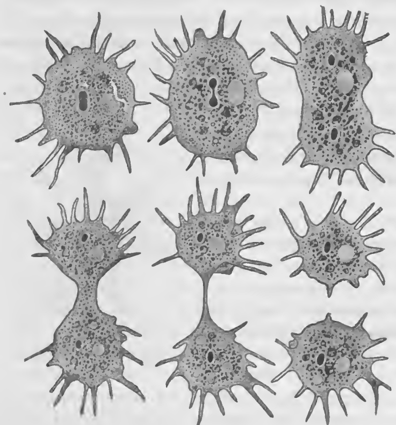


Fig. 16. — Scissione di un'ameba unicellulare (*Amoeba polypodia*) in sei stadii (da F. E. Schultze).

La macchia scura è il nucleo, la macchia chiara è un vacuolo nel protoplasma. Quest'ultimo si divide pure.

Ora l'ameba, prendendo in tal guisa nutrimento e sciogliendo nel suo protoplasma i corpiccioli mangiati, cresce; e dopochè per continuata nutrizione ha raggiunta una misura di grandezza essa prende a riprodursi. Ciò succede nel modo più semplice per scissione (fig. 16). Dapprima l'interno nucleo si scinde in due parti uguali. Poi si divide anche il protoplasma fra i due nuovi nuclei e l'intera cellula si scinde in due cellule-figlie raccogliendosi il protoplasma attorno a quei due nuclei. L'esile ponte di protoplasma che dapprima riunisce ancora fra di loro le due cellule-figlie presto si rompe. Noi troviamo qui la semplice forma della divisione diretta. Senza mitosi o formazione di filamenti l'omogeneo nucleo della cellula si divide dapprima direttamente in due metà; queste si respingono ed agiscono come centri d'attrazione sulla circostante sostanza cellulare o protoplasma.

Sebbene dunque l'ameba non sia niente di più che una semplice cellula, essa si mostra tuttavia capace di compiere da sè tutte le funzioni dell'organismo pluricellulare. Essa si muove strisciando, essa sente, essa si nutre, essa si riproduce. Sonvi certe specie di tali amebe che si possono vedere benissimo a occhio nudo, ma il più delle specie sono di piccolezza microscopica. Ora perchè noi vediamo appunto nelle *amebe* quegli organismi unicellulari le cui relazioni filogenetiche colla *cellula-uovo* sono specialmente importanti, ciò risulta dai seguenti fatti. In molti animali inferiori la cellula-uovo rimane sino alla fecondazione nel suo stato nudo primitivo, non acquista alcuna membrana ed allora non la si può spesso distinguere da una comune ameba. Come quest'ultima anche queste nude cellule-uova possono emettere prolungamenti ed andar vagando come amebociti. Nelle spugne queste mobili cellule-uova vanno strisciando liberamente nell'organismo materno come amebe indipendenti (fig. 17). Qui esse furono già osservate

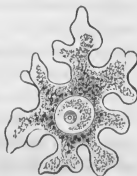


Fig. 17. - Cellula-uovo di una calcispongia (*Olynthus*).

La cellula-uovo si aggira strisciando nel corpo della spugna ed emettendo prolungamenti di forma mutabile. Essa non si può distinguere da una comune ameba.

da naturalisti più antichi ma da essi tenute per organismi estranei, per amebe parassitiche viventi, come intrusi parassiti nel corpo della spugna. Solo più tardi si è riconosciuto che questi pretesi parassiti unicellulari non sono altro che le cellule-uova della spugna stessa. Lo stesso rimarchevole fenomeno troviamo anche in altri animali inferiori, p. es. negli eleganti zoofiti campaniformi che chiamiamo polipi e meduse; anche in esse le uova rimangono cellule nude, senza invoglio, che emettono processi ameboidi, si nutrono e si muovono; dopo seguita la fecondazione da essi, per ripetuta divisione, si riproduce direttamente l'organismo pluricellulare.

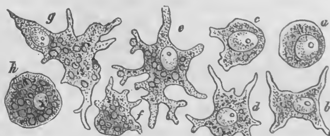


Fig. 18. — Cellule mangiatrici o « fagociti » di un gastropodo marino nudo (*Thetis*), fortemente ingrandite.

Nelle cellule sanguigne di questo gastropodo è stato da me osservato per la prima volta l'importante fatto che " le cellule sanguigne degli animali invertebrati sono grumetti di protoplasma privi di membrana e che esse mediante i loro peculiari movimenti possono, come le amebe, accogliere in sè sostanze solide „, e perciò " mangiare „. Io aveva (il 10 maggio 1859, in Napoli) iniettato i vasi sanguigni di uno di questi gastropodi con indaco polverizzato e stemprato nell'acqua e fui non poco sorpreso di trovare poche ore dopo le stesse cellule sanguigne più o meno ripiene dei fini granuli d'indaco. Con ripetuti saggi di iniezione mi riuscì di " osservare l'entrata delle stesse particelle di sostanza colorante nell'interno delle cellule sanguigne, la quale segue affatto nella stessa guisa come nelle amebe „. Ho dato maggiori notizie su ciò nella mia *Monografia dei radiolari* (1862, pagine 104 e 105).

Non è dunque ipotesi arrischiata ma conclusione affatto sensata il considerare appunto l'*ameba* come quell'organismo unicellulare che ci dà un'idea approssimativa dell'antica *forma unicellulare stipite comune* di tutti i metazoi od animali pluricellulari. La semplice ameba nuda ha un carattere più indifferente ed originario di tutte le altre cellule. A ciò si aggiunge la circostanza che anche nel corpo adulto degli animali multicellulari dalle recenti osservazioni venne constatata dappertutto l'esistenza di simili cellule ameboidi. Esse si trovano per es. nel sangue dell'uomo presso ai globuli rossi e sono i cosidetti globuli bianchi, così pure in tutti gli altri vertebrati. Esse si trovano anche in molti invertebrati, p. es. nel sangue delle lumache; e qui io ho verificato fin dal 1859 che anche queste cellule sanguigne incolori possono affatto, come amebe indipendenti, assorbire corpicciuoli solidi figurati, possono cioè mangiare (*fagociti*, fig. 18). Recentemente si è constatato che molte diverse cellule, solo che abbiano spazio, sono in grado di eseguire gli stessi movimenti, di andar strisciando, di mangiare e di comportarsi affatto come amebe (fig. 11). Anche è risultato che tali *cellule vaganti* o *planociti* hanno una parte importante nella fisiologia e patologia umana (come mezzo di trasporto del nutrimento, delle sostanze infettive, batterii, ecc.).

L'attitudine delle cellule nude a tali caratteristici movimenti ameboidi riposa sulla contrattilità (o mobilità automatica) del protoplasma. Essa sembra essere una proprietà vitale generale di tutte le cellule giovani. Quando esse non sono chiuse in una membrana resistente o rinchiuse in un « carcere cellulare » esse possono pur eseguire tali « *movimenti ameboidi* ». Ciò vale per le nude cellule-uova tanto come per le altre cellule nude, pei « planociti » di varie sorta che si trovano nel tessuto connettivo, per le cellule del mesenchima, cellule linfatiche, cellule mucose, ecc.

Colle nostre ricerche sulla cellula-uovo e col suo paragone coll'ameba noi abbiamo acquistato tanto per l'ontogenesi come per la filogenesi umana un fondamento sicuro e preziosissimo. Noi abbiamo così acquistata la convinzione che l'uovo umano è una semplicissima cellula, che questa cellula-uovo non si distingue essenzialmente da quelle

degli altri mammiferi, e che da essa noi dobbiamo indurre che sia esistita un'antichissima forma-stipite unicellulare che era essenzialmente conformata come un'ameba.

L'affermazione che i più antichi antenati del genere umano erano tali semplici cellule e che essi, come l'ameba, avevano una vita unicellulare indipendente non solo è stata derisa come un sogno di filosofia naturale, ma anche nei giornali teologici, è stata respinta con indignazione come « abominevole, rivoltante ed immorale ». Come però ho notato già nel 1870 nelle mie conferenze *Sull'origine e la genealogia dell'uomo* la stessa santa indignazione deve con eguale diritto colpire anche l'« abominevole, rivoltante ed immorale » *fatto* che ogni individuo umano si svolge da una semplice cellula, che questa cellula-uovo umana non si può distinguere da quella dei rimanenti mammiferi e nella sua prima gioventù è simile ad una nuda ameba. Questo *fatto* lo possiamo dimostrare col microscopio ad ogni istante e il chiudere gli occhi davanti a questo fatto « immorale » non serve a nulla. Esso rimane tanto incontrastabile quanto le importanti conclusioni che vi abbiamo collegate e quanto il fatto che « la natura dell'uomo è quella di un vertebrato » (XI conferenza).

La straordinaria importanza che ha acquistato la *teoria cellulare* pel complesso dei nostri concetti sulla natura organica si mostra qui in piena luce. La « posizione dell'uomo nella natura » viene da essa spiegata in modo elementare. Senza la teoria cellulare l'uomo rimane per noi un'incomprensibile enigma. Perciò i *filosofi* ed in ispecial modo i psicologi dovrebbero anzi tutto rendersi ben padroni della teoria cellulare. Infatti l'*anima umana* non viene veramente compresa se non mediante l'*anima cellulare* e la sua forma più semplice si palesa nell'ameba. Solo quegli che conosce le semplici funzioni psichiche dei protozoi unicellulari e la loro graduale evoluzione nella serie degli animali inferiori comprenderà come da esse abbiano potuto prodursi poco alla volta le complicate funzioni psichiche dei vertebrati superiori e, alla loro testa, dell'uomo. I cosidetti « psicologi di professione » cui manca quell'indispensabile conoscenza zoologica, non sono in grado di farlo.

Le amebe che vivono tuttodì e gli organismi unicellulari loro parenti: arcelle, gregarine, ecc., hanno per quella conclusione un grande interesse perchè essi ci presentano la singola cellula in permanente indipendenza, come *cellula autonoma*. Per contro l'organismo dell'uomo e degli animali superiori non è unicellulare se non nel suo primissimo stato giovanile. Subitochè la cellula-uovo è fecondata essa si moltiplica per divisione e costituisce una comunità o colonia di molte cellule sociali, un *cenobio*. Queste si differenziano, e per divisione di lavoro delle cellule, per diverso perfezionamento di esse, nascono poi i molteplici tessuti che compongono i diversi organi. L'organismo multicellulare sviluppato dell'uomo e di tutti gli animali superiori costituisce allora un *istone* cioè un « corpo con tessuti », una grande comunità che è composta di molteplici *cellule dei tessuti*. I molti singoli individui di questo *istone* possono per vero essere perfezionati in modi molto differenti, non erano però in origine che semplicissime cellule di natura omogenea (cfr. sulla composizione della cellula la seconda tabella, VII conferenza).

SETTIMA CONFERENZA

La Fecondazione.

« Se il naturalista amasse seguire l'uso degli storici e dei predicatori di avvolgere fenomeni prodigiosi ed unici nel loro genere nel vuoto clamore di parole altosonanti qui sarebbe il luogo adatto: poichè noi siamo giunti al limitare di uno dei grandi misteri della natura animale, che comprendono la posizione dell'uomo di fronte a tutto il rimanente mondo di fenomeni. Riconoscere i rapporti dell'uomo e della donna colla cellula-uovo val quasi tanto come sciogliere tutti quei misteri. L'origine e lo sviluppo della cellula-uovo nel corpo materno, la trasmissione delle qualità corporee e spirituali del padre a quella cellula per mezzo del seme, toccano tutte le questioni che lo spirito umano abbia mai sollevato intorno all'essere dell'uomo ».

Rodolfo Virchow (1848).

Natura del processo della fecondazione. — Copulazione delle due sorta di cellule sessuali. — Penetrazione della cellula spermatica maschile. — Concezione della cellula-uovo femminea. — Fusione dei due nuclei. Neoformazione della cellula-stipite. — Fecondazione ed eredità. Fecondazione ed immortalità.

Contenuto della settima Conferenza.

L'importanza della generazione sessuale. — Essenza della fecondazione. — Fusione della cellula-uovo femminea colla cellula spermatica maschile. — Diverse forme di spermidii o cellule spermatiche (generalmente cellule flagellate a capocchia). — Teoria degli animalculi spermatici (spermatozoa). Eredità dalle due cellule genitrici. — La neoformata cellula-stipite o citula. — Suo carattere ermafroditico. — Processi di maturazione della cellula-uovo: dissolvimento della vescicola germinativa ed espulsione dei corpi direttori. — Penetrazione della cellula spermatica nel corpo della cellula-uovo; movimento e fusione dei due pronuclei. — Origine del nucleo-stipite (*archikaryon*) portatore della eredità. — Antiche teorie della fecondazione. — Importanza ed ugual partecipazione delle due sorta di cellule sessuali: microspore maschili e macrospore femminee. — Sovrafecondazione o polispermia della cellula-uovo cloroformizzata. — Importanza di questo fatto per la psicologia, la teoria dell'anima cellulare e dell'immortalità individuale. — Ogni cosa personale ed individuale è passeggera.

Bibliografia.

OSCAR HERTWIG, *Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies*, 1875-1890. *Morpholog. Jahrb.*, vol. I, III, IV, ecc.

EDUARD VAN BENEDEN, *La maturation de l'oeuf et la fécondation des mammifères*, ecc., 1875-1887 (*Archives de Biologie*, vol. I-IV, ecc.).

EDUARD STRASBURGER, *Ueber Zellbildung, Zelltheilung und Befruchtung*, 1875 (3ª ediz., 1880).

OTTO BÜTSCHLI, *Studien über die ersteren Entwickelungs-Vorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien*, 1876.

EMIL SELENKA, *Befruchtung des Eies von Toxopneustes*, 1878.

C. KUPFFER *und* B. BENECKE, *Der Vorgang der Befruchtung am Ei der Neunaugen*, 1878.

A. WEISMANN, *Ueber die Vererbung, die Bildung der Richtungskörper*, ecc., 1883-1889.

A. KÖLLIKER, *Das Karyoplasma und die Vererbung*, 1885, 1886 (*in Zeitschr. für Wissensch. Zoologie*, vol. XLII, XLIV).

OSCAR HERTWIG *und* RICHARD HERTWIG. *Esperimentelle Studien am thierischen Ei*, 1885-1890 (*Jena. Zeitschr. f. Naturw.*, vol. XVIII-XXIV, ecc.).

THEODOR BOVERI, *Zellen-Studien*, 1886-1890 (*Befruchtung, Richtungskörper*, ecc.).

VII.

Signori!

A salda base di tutte le ricerche sull'antropogenia sta la cognizione ontogenetica che ogni uomo all'inizio della sua esistenza individuale è una semplice cellula. Da questo fatto, secondo la nostra legge biogenetica fondamentale, noi dovemmo trarre l'importantissima conclusione filogenetica che anche gli antichissimi antenati del genere umano erano semplici organismi unicellulari, e fra questi protozoi noi potemmo indicare come particolarmente importante l'indifferente forma dell'ameba (cfr. la VI conferenza). Che siano anticamente esistite tali forme-stipiti unicellulari lo si conclude direttamente dai fenomeni che ad ogni istante ci presenta ancora oggidì la cellula-uovo fecondata. Infatti lo sviluppo dell'organismo multicellulare da quest'ultima, la formazione dei foglietti germinativi e dei tessuti segue nell'uomo colle stesse leggi che in tutti gli animali superiori. Sarà dunque il nostro compito più prossimo di considerare ancor più dappresso la *cellula-uovo fecondata* ed il processo della fecondazione per mezzo del quale essa si produce.

Il processo della *fecondazione* o della *generazione sessuale* fa parte di quei fenomeni che di preferenza si ama avvolgere nel mistico velame di un miracolo sopranaturale. Noi però vedremo subito che esso è un processo naturale schiettamente meccanico e si può ricondurre a note funzioni fisiologiche. Inoltre l'*anfigonia* o generazione sessuale segue nell'uomo affatto nella stessa guisa e coll'aiuto degli stessi organi che in tutti gli altri mammiferi. L'accoppiamento di un individuo maschile e di uno femminile qui come colà ha essenzialmente lo scopo di introdurre la massa fecondante del seme o sperma maschile nel corpo femmineo nei cui canali sessuali esso viene a incontrare l'uovo che ne sta uscendo. Qui col loro mescolarsi succede la fecondazione.

Ora qui si deve dapprima notare che questo importante processo non è per nulla nel regno animale e nel vegetale così generalmente sparso come per solito si ammette. Invece vi è un gran numero di organismi inferiori che non si moltiplicano mai se non asessualmente, p. es. le amebe, gregarine, i foraminiferi, radiolari, mixomiceti, ecc. In questi non ha luogo fecondazione di sorta; la moltiplicazione degli organismi e la conservazione della specie riposa in essi unicamente sulla riproduzione asessuale che si presenta ora come scissione, ora come gemmazione, ora come formazione di spore. La copulazione di due cellule che si fondono insieme, la quale spesso qui precede la riproduzione, può solo essere considerata come di natura sessuale quando i due plastidi copulantisi sono di disuguale grandezza e struttura (microspore e macrospore). Per contro in tutti gli organismi superiori, tanto animali che piante, la generazione sessuale è la regola generale e una concomitante riproduzione asessuale degli individui o non si trova affatto od appare di rado. Specialmente nei vertebrati non si trova mai una generazione virginale o « *partenogenesi* ». Ciò si deve espressamente rilevare di fronte al celebre dogma della « *immacolata concezione* ». Nell'uomo, come in qualsiasi altro

vertebrato, una simile « immacolata concezione » non è mai stata realmente osservata (48).

La riproduzione sessuale presenta nelle diverse classi di animali e di piante delle contingenze straordinariamente molteplici, varie ed interessanti, sopratutto riguardo ai mezzi di fecondazione, alla trasmissione dello sperma maschile all'uovo femmineo. Queste contingenze hanno la massima importanza non solo per la riproduzione stessa, ma in pari tempo per l'originarsi di nuove conformazioni organiche e sopratutto delle differenze fra i due sessi. Specialmente qui fra animali e piante nascono notevolissime reazioni reciproche. Le segnalate ricerche di Carlo Darwin ed Ermanno Müller « sulla fecondazione dei fiori per mezzo degli insetti » ci han dato su ciò interessantissime notizie (49). In seguito a queste reciproche reazioni nasce un apparato sessuale anatomicamente molto complicato. Così pure anche nell'uomo e negli animali superiori si sono formate complicate disposizioni che in parte riguardano l'emissione delle due sorta di prodotti sessuali, parte la loro riunione, l'accoppiamento. Per quanto siano interessanti in sè questi fenomeni tuttavia noi non possiamo qui addentrarci in essi perchè essi per l'essenza del processo di fecondazione propriamente detto non hanno che un'importanza secondaria o anche affatto nulla. Per contro noi dobbiamo farci una idea tanto più precisa della natura di questo processo stesso, della significazione della riproduzione sessuale.

In ogni processo di fecondazione, come abbiamo già notato, si considerano due sorta di cellule, una cellula femminea ed una cellula maschile. La *cellula femminea* negli animali viene generalmente chiamata uovo o cellula-uovo (*ovulum*) la maschile cellula spermatica o cellula seminale (*zoospermium*, *spermatozoon*). L'ovulo femmineo, di cui abbiamo già esattamente esaminata la forma e la struttura, ha originariamente in tutti gli animali lo stesso carattere di semplicità. Al principio esso non è altro che una sferica cellula nuda, risultante dal protoplasma e dal nucleo (fig. 12, pag. 87). Per solito però esso viene più tardi rinchiuso in membrane o invogli speciali spesso molto complicati e molto variamente foggiati. La cellula-uovo matura è in complesso fra le più grandi cellule che vi siano. Essa raggiunge dimensioni colossali quando vi vengano accolte grandi quantità di vitello nutritivo come è il caso per gli uccelli, rettili e molti pesci. Nella gran maggioranza degli animali la cellula-uovo matura è molto maggiore che tutte le rimanenti cellule.

L'altra cellula che viene ad essere contemplata nella fecondazione, la *cellula spermatica maschile*, è per contro fra le più piccole cellule del corpo animale. La fecondazione normalmente avviene pel fatto che o all'interno del corpo femmineo od allo esterno di esso un liquido mucilaginoso secreto dall'organismo maschile vien messo in contatto coll'ovulo. Questo liquido si chiama *sperma* o seme maschile. Lo sperma, come la saliva ed il sangue, non è un liquido semplice, ma una densa accumulazione di cellule estremamente numerose le quali nuotano in una quantità relativamente piccola di liquido. La fecondazione non è operata da questo stesso liquido, ma dalle cellule che nuotano in esso. Queste cellule spermatiche nella gran maggioranza degli animali hanno due speciali particolarità. In primo luogo esse sono straordinariamente minute, sono per solito le più piccole cellule dell'organismo e, in secondo luogo, esse hanno generalmente un movimento vivace e speciale che si chiama movimento di spermatozoide. La forma di queste cellule è in relazione con questo movimento. Nel più degli animali, come pure in molte piante inferiori (non però nelle superiori) ciascuna di queste cellule risulta di un corpo cellulare nudo e molto piccolo che include un nucleo

allungato e di un lungo filo vibrante che si attacca al corpo (fig. 19). Ci è voluto molto tempo prima che si riconoscesse che queste strutture sono semplici cellule. Una volta erano generalmente tenute per animali speciali ed eran chiamate « *animali spermatici* » (*spermatozoa*) (confr. sopra, pag. 31). Solo per profonde ricerche comparative noi abbiamo acquistato la convinzione che ciascuno di questi cosidetti animaletti spermatici è una semplice cellula. Perciò è meglio chiamare queste semplicemente *cellule spermatiche* o filamenti spermatici (*spermidia*). Nell'uomo essi hanno la stessa forma che in molti altri vertebrati e nella maggioranza degli animali invertebrati. Frattanto in molti animali inferiori le cellule seminali hanno una forma affatto diversa. Così per esempio nel gambero fluviatile esse sono grandi cellule tonde, immobili, e munite di speciali processi rigidi simili a setole (fig. 20, *f*). Così pure in certi vermi esse hanno un aspetto al tutto aberrante, per esempio nei nematodi; qui esse sono talora ameboidi e rassomigliano molto a piccolissimi ovuli (fig. 20, *c-e*). Ma nel più degli animali inferiori, per esempio nelle spugne e nei polipi, esse hanno la stessa « forma a spilla » che hanno nell'uomo e negli altri mammiferi (fig. 20, *a*, *h*).

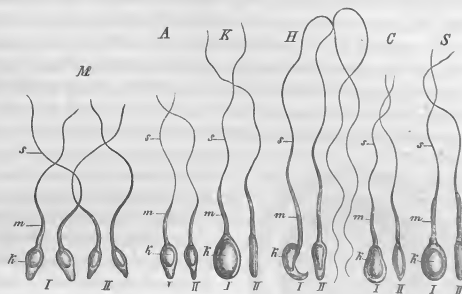


Fig. 19. — Cellule seminali o spermidii dallo sperma di differenti mammiferi.

La parte nucleare piriforme e depressa della cellula seminale (il cosidetto " capo dello spermatozoide ") è in *I* vista dal lato largo; in *II* da quello stretto; *k*) Nucleo della cellula seminale; *m*) Suo pezzo intermedio (protoplasma); *s*) Appendice caudale mobile (flagello); *M*) Quattro cellule spermatiche umane; *A*) Due cellule spermatiche di scimmie; *K*) di coniglio; *H*) del topo domestico; *C*) di cane; *S* di maiale.

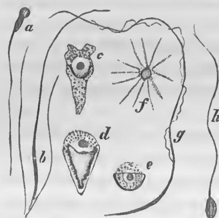


Fig. 20. — Cellule seminali o spermidii di differenti animali (da Lang).

a) Di un pesce; *b*) di un turbellario (con due flagelli accessori); *c-e*) di un nematode (cellule spermatiche ameboidi); *f*) di un gambero (raggiate); *g*) di salamandra (con membrana ondulante); *h*) di un anellide (*a*, *h* presentano la solita forma " a spillo ").

Dopo che il naturalista olandese Leenwenhoek nell'anno 1690 ebbe scoperto per la prima volta questi corpicciuoli filiformi vivacemente moventisi nel seme maschile, si credette generalmente che essi fossero speciali animaletti indipendenti simili agli infusori, ed appunto per ciò furono chiamati « *spermatozoi* ». Noi abbiamo già ricordato che essi nella falsa teoria della preformazione stabilita allora ebbero una parte notevole poichè si credette che tutto l'organismo sviluppato esisteva già predelineato con tutte le sue parti, sebbene ancora molto piccolo e non ancora dispiegato, in ciascun spermatozoo (cfr. sopra, pag. 32). Questi ultimi non avrebbero avuto bisogno che di penetrare nel fertile suolo dell'ovulo femmineo perchè il corpo maschile preformato potesse dispiegarsi e crescere in tutte le sue parti. Questo concetto fondamentalmente

falso è ora interamente confutato; noi sappiamo dalle più esatte ricerche che i mobili corpicciuoli spermatici non sono altro che vere e semplici cellule e cioè di quelle che si chiamano *cellule flagellate.* Nelle descrizioni antiche si distingueva in ogni preteso « *animaletto spermatico* » un capo, un tronco ed una coda. Il cosidetto « capo » (fig. 19. *k*) non è altro che il nucleo ovale della cellula, il corpo o pezzo intermedio (*m*) è un ammasso di sostanza cellulare, e la coda (*s*) un prolungamento filiforme di esso. Noi ora sappiamo inoltre che questi spermatozoi non costituiscono nemmeno una forma di cellule affatto speciale; piuttosto cellule mobili affatto simili, le cosidette *cellule ciliate*, si trovano anche in molte altre parti del corpo. Se queste cellule hanno numerosi prolungamenti si chiamano *cellule vibratili;* se invece ciascuna cellula ciliata non ha che un solo prolungamento lungo, a modo di frusta, essa si chiama *cellula flagellata.* Cellule flagellate simili alle cellule spermatiche sono per esempio le cellule intestinali delle spugne e dei cnidari.

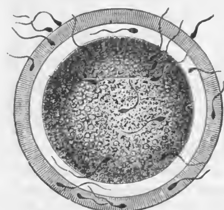


Fig. 21.
La fecondazione della cellula-uovo per opera della cellula spermatica (da un mammifero).

Uno dei molti spermidii filiformi vivacemente moventisi penetra per un fino poro-canale della membrana dell'ovulo nella massa granulosa del vitello. Il nucleo che vi è celato qui non è visibile.

Il processo della *fecondazione* nella riproduzione sessuale riposa essenzialmente su ciò che due differenti cellule vengono a contatto e si fondono l'una coll'altra. Una volta si avevano su questo atto le più strane idee. Si ha sempre voluto trovarvi qualche cosa di affatto mistico e a tal riguardo sono state emesse le più varie ipotesi. Solo gli ultimi dieci anni ci hanno condotti in virtù di esatte ricerche alla convinzione che in fondo il processo della fecondazione è molto semplice e non ha in sè nulla di particolarmente misterioso. Essenzialmente esso consiste solo nel fondersi di una cellula spermatica maschile con una cellula-uovo femminea. La mobilissima cellula spermatica cerca mediante i suoi moti serpentini la strada verso l'ovulo femmineo e penetra per mezzo di moti terebranti nel corpo di esso (fig. 21). I nuclei delle due cellule sessuali attratti da mutua *affinità* si avvicinano e si fondono l'uno coll'altro.

Qui si offrirebbe al poeta una bella occasione di dipingere in brillanti colori il mirabile mistero della fecondazione e di descrivere la lotta dei viventi « spermatozoi » che pieni di bramosia danzano attorno all'ovulo tanto desiderato, si disputano l'entrata pei fini pori-canali dell'ovolemma ed allora si tuffano « consciamente » nel protoplasma della massa vitellina dove sacrificando con abnegazione le loro individualità, completamente si dissolvono. Anche potrebbero qui i dilettanti di teleologia ammirare la speciale saviezza del Creatore che ha munito l'ovolemma di molti piccoli pori perchè gli « spermatozoi » potessero attraversarlo. Ma il naturalista critico intende molto sobriamente questo processo, questo « *coronamento dell'amore* » come unione di due cellule e fusione delle loro masse nucleari. La nuova cellula nata in tal modo è il semplice prodotto della copulazione delle due cellule sessuali insieme fuse.

L'ovulo fecondato è perciò un tutt'altro essere che l'ovulo non fecondato. Infatti poichè noi consideriamo i fili spermatici o spermidii tanto quanto l'ovulo come vere cellule, e poichè la fecondazione consiste essenzialmente nella fusione dei primi con quest'ultimo, così la cellula che ne risulta deve essere considerata come un organismo indipendente affatto nuovo. Essa contiene nella sostanza cellulare e nella sostanza

nucleare della cellula spermatica introdotta una parte del corpo maschile paterno e per contro nel commistovi protoplasma e carioplasma dell'ovulo originario una parte del femmineo corpo materno. Ciò risulta appunto indubbiamente da ciò che il nato eredita molti caratteri di *entrambi* i genitori. L'eredità *paterna* è dovuta alla *cellula spermatica*, l'eredità *materna* alla *cellula-uovo*. È solo dalla reale fusione delle due cellule che nasce la nuova cellula che è la base del bambino, cioè del nuovo organismo. Avuto riguardo a questa mescolanza sessuale si può anche dire che *la cellula-stipite è un semplicissimo ermafrodito;* essa riunisce in sè le due sorta di sostanze sessuali.

Per giungere ad un giusto e chiaro concetto della fecondazione io ritengo indispensabile di insistere sull'importanza fondamentale di questo fatto che sebbene semplicissimo ha il massimo peso e spesso non è apprezzato a dovere. Per questo fatto io designo la nuova cellula dalla quale propriamente si svolge il bambino e che per solito è detta inesattamente « ovulo fecondato » o « prima sfera di segmentazione » con un nome speciale, quello di *cellula-stipite* (*cytula* o *archicytos*), la sua sostanza cellulare col nome di *plasma-stipite* (*archiplasma* o *cytuloplasma*) ed il suo nucleo con quello di *nucleo-stipite* (*archikaryon* o *cytulokaryon*). Il nome di « cellula-stipite » mi sembra il più semplice ed adatto perchè tutte le altre parti dell'organismo discendono da essa e perchè essa è nel vero senso della parola il progenitore ed in pari tempo la progenitrice di tutte le innumerevoli generazioni di cellule di cui più tardi si compone l'organismo multicellulare. Il complicatissimo movimento molecolare del protoplasma che noi in una parola chiamiamo « *vita* » è naturalmente in questa citula qualche cosa di affatto diverso da quel che non sia nelle due diverse cellule genitrici dalla cui fusione essa è nata. *La vita della cellula-stipite o citula è il prodotto o la risultante del moto vitale paterno che è stato trasmesso dalla cellula spermatica e del moto vitale materno che è stato trasmesso dall'ovulo.* Secondo il teorema del parallelogramma delle forze si può dire che l'energia potenziale o *la tensione della citula è la diagonale* del parallelogramma i cui due lati sono espressi dalle tensioni dello spermatozoide maschile e dell'ovulo femmineo. Le tensioni unite di questi, le *potenze ereditarie* sono trasformate in forze vitali subitochè dopo la loro fusione incomincia l'evoluzione individuale della cellula-stipite.

Le eccellenti osservazioni dei tempi più recenti hanno concordemente mostrato che l'evoluzione individuale dell'uomo come degli altri animali comincia col formarsi di una tale semplice « citula » e che questa nell'evoluzione ulteriore si divide dapprima, per ripetuta scissione (o « *segmentazione* ») in un mucchio di cellule, le cosidette sfere di segmentazione o « cellule di segmentazione » (*segmentella* o *blastomera*). Per contro fino all'anno 1875 si discuteva ancora vivacemente sulla questione: *come* nasca propriamente la cellula-stipite e *come* nel suo formarsi e nell'atto stesso della fecondazione si comportino vicendevolmente l'ovulo e lo spermatozoide. Una volta si riteneva comunemente che il nucleo originario dell'ovulo, la cosidetta vescicola germinativa, nella fecondazione rimanesse inalterato e trapassasse direttamente nel nucleo-stipite (il « nucleo stipite della sfera di segmentazione »). Invece il più dei recenti osservatori giunsero alla convinzione che la vescicola germinativa tosto o tardi si distrugge e che vi sia neoformazione del nucleo-stipite. Ma anche nella questione quando e come si formi questo nuovo nucleo della cellula-stipite o citula le idee erano ancora molto discrepanti. Gli uni ammisero che la vescicola germinativa scompaia *prima* della fecondazione, gli altri *dopo* di essa. Alcuni affermarono che essa venisse espulsa dall'ovulo,

altri che si dissolvesse nel vitello. Gli uni erano dell'opinione che essa scomparisse totalmente, gli altri solo in parte.

Le molte contraddizioni ed oscurità che regnavano su quest'importantissimo processo sono ora felicemente rimosse; la loro soluzione cominciò nell'anno 1875, quando, quasi contemporaneamente, furono pubblicate una quantità di accuratissime osservazioni microscopiche su questo argomento, sopratutto per parte di Oscar Hertwig ed Edoardo Strasburger (entrambi allora in Jena), di Edoardo van Beneden, O. Bütschli ed altri. Da questi e molti susseguenti osservatori noi fummo poco alla volta condotti ad una soddisfacente concordanza sul concetto essenziale della fecondazione ed alla convinzione che essa dappertutto, nel regno animale come nel regno vegetale, riposa sugli stessi processi fisiologici. La fecondazione si può osservare in modo particolarmente chiaro nelle uova degli echinodermi (stelle di mare, ricci di mare, oloturie, ecc.); su questi appunto vennero istituite le memorabili ricerche dei fratelli Oscar e Riccardo Hertwig. I loro risultati più essenziali potranno qui essere brevemente riassunti.

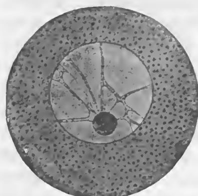


Fig. 22. — Un uovo immaturo di echinoderma, con impalcatura nucleare e nucleolo scuro nella grande vescicola germinativa sferica (secondo Hertwig).

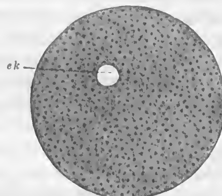


Fig. 23. — Un uovo maturo di echinoderma con un piccolo nucleo omogeneo *ek* (Hertwig).

Alla fecondazione stessa precedono certe modificazioni che pel prodursi di essa sono molto essenziali e, per regola, indispensabili. Esse vengono comprese sotto il concetto di *processi di maturazione* o « fenomeni di maturazione dell'uovo ». In essi il nucleo primitivo dell'ovulo, la « vescicola germinativa » (pag. 87), si distrugge; una parte di esso viene espulsa, un'altra parte si dissolve nella sostanza cellulare; solo una piccolissima parte rimane e forma la base di un nuovo nucleo, il « *pronucleo femminile* » (*pronucleus femininus*). È solo questo che nella fecondazione si fonde col nucleo che gli viene incontro della cellula spermatica fecondatrice, il « *pronucleo maschile* » (*pronucleus masculinus*).

La maturazione della cellula incomincia dapprima con un regresso della vescicola germinativa, cioè del primitivo nucleo dell'ovulo (fig. 22). Noi avevamo visto che esso nel più delle uova immature costituisce una grande vescica sferica chiara; questa « vescicola germinativa » include un denso sacco nucleare (cariolinfa); la solida impalcatura nucleare (cariobasi) si compone delle membrane nucleari avvolgenti e di una rete di filamenti nucleari che attraversano la cavità ripiena di succo nucleare; in un punto nodale della rete è incluso lo scuro rifrangentissimo nucleolo. Ora intervenendo la maturazione dell'ovulo la massima parte della vescicola germinativa viene disciolta nella cellula: la membrana del nucleo e la rete di fili scompaiono; il succo nucleare si distribuisce nel protoplasma; una piccola porzione della cariobasi viene espulsa; un'altra piccola porzione rimane e si trasforma nel nucleo secondario dell'uovo o « pronucleo femmineo » (fig. 23, *ek*).

La piccola porzione della cariobasi che viene espulsa dall'ovulo maturante è conosciuta sotto il nome di « *corpi direttori* o cellule polari »; sulla loro origine e significazione molto si è discusso senza che si sia venuto su ciò interamente in chiaro. Per

solito questi corpi appaiono come due piccoli granuli rotondi della stessa grandezza e natura del pronucleo che rimane. I due corpi dirigenti si originano l'un dopo l'altro staccandosi o scindendosi da quella parte della cariobasi (probabilmente per solito dalla macchia germinativa) la quale fornisce anche il pronucleo femminile. Si può quindi considerare questo *processo di scissione*, al quale prende parte anche la parte circondante del protoplasma, come una scissione cellulare due volte ripetuta o meglio come una gemmazione perchè le due parti in cui ad ogni volta si divide l'ovulo maturante sono di grandezza e natura molto disuguali. I due piccoli corpi dirigenti, o cellule polari, sono gemme cellulari staccate; la loro separazione dalla grande cellula-madre avviene cogli stessi fenomeni come nella solita « divisione cellulare indiretta » con formazione di fuso nucleare, astri plasmatici, irradiamento polare, dimezzamento del fuso nucleare, mitosi, ecc. Probabilmente dunque i corpi direttori sono da considerarsi come « *uova abortive* », o come « uova rudimentali », le quali nascono per scissione da un semplice « ovulo » nello stesso modo come nella spermatogenesi molte cellule seminali nascono da uno spermatoblasto o da una « cellula spermatica madre ». Poichè le due cellule polari vengono espulse ed inoltre vanno distrutte senza avere alcuna ulteriore importanza nell'uovo maturante, non ci soffermeremo più oltre su di esse.

Tanto più importante è invece il « *pronucleo femminile* » (*pronucleus femininus*) che rimane ancora solo dopo l'espulsione delle cellule polari e dopo il dissolvimento della vescicola germinativa (fig. 23, *ek*). Questo piccolo corpicciuolo rotondo di cromatina è quello che oramai entro il grande ovulo maturo agisce come centro di attrazione sul penetrante corpuscolo seminale maschile e che si fonde col suo « capo », cioè col *pronucleo maschile* (*pronucleus masculinus*). Il prodotto di questa fusione che forma la parte più importante dell'atto di fecondazione è il *nucleo-stipite* o primo nucleo di segmentazione (*archikaryon*), cioè il nucleo della neoformata cellula-stipite o della « prima cellula di segmentazione » (*archicytos* o *cytula*). Questo « nucleo stipite » è il punto di partenza dei seguenti processi germinativi.

Per seguire le particolarità di quest'importantissimo processo di fecondazione sono estremamente adatte, secondo le scoperte di Hertwig, le piccole uova trasparenti degli echinodermi. Qui si può molto facilmente e con buon risultato praticare la fecondazione artificiale e, dieci minuti dopo, seguire passo per passo il formarsi della citula. Se si portano in un vetrino da orologio con acqua di mare delle uova mature di stelle o ricci di mare ed allora si aggiunge una goccia di liquido spermatico maturo, la fecondazione di ciascun uovo segue già entro cinque minuti. Migliaia delle tenui cellule flagellate vivacemente moventisi che noi abbiamo descritto col nome di « spermatozoidi » (fig. 19) si precipitano sulle uova, attratte da una funzione sensoria chimica che si può chiamare « *olfatto* ». Ma un solo di questi numerosi « spermatozoidi » che sono chiamati è l'eletto, quello che primo coi moti flagellanti della sua coda si è avvicinato alla cellula-uovo e l'ha toccata col capo. Al sito in cui la punta del suo capo tocca la superficie dell'uovo il protoplasma di quest'ultimo si solleva in forma di una piccola protuberanza, l'« eminenza di concezione » (fig. 24, A). In questa lo spermatozoide si apre la via per mezzo del suo capo mentre la coda, che si trova all'esterno, eseguisce moti oscillatorii (fig. 24, B, C). Presto anche la coda scompare nell'interno della cellula-uovo. In pari tempo quest'ultima secerne, partendo dall'eminenza di concezione una sottile membrana vitellina esterna (fig. 24, C), da questa viene impedita l'entrata di altri spermatozoidi.

Nell'interno dell'ovulo maturo si compie ora rapidamente una serie di importanti mutamenti. Il nucleo piriforme della cellula spermatica che è penetrata, o il cosidetto « capo dello spermatozoide », diventa più grosso e più tondo e si trasforma nel nucleo spermatico o *pronucleo maschile* (fig. 25, *sk*). Questo esercita un'attrazione sui minuti granuli o microsomi che sono distribuiti nel protoplasma della cellula-uovo; questi si ordinano in raggi e formano una figura stellata (*cytulaster*). Ancor più energicamente però si esercita la forza d'attrazione o « affinità » fra i due nuclei; entrambi viaggiano all'interno del vitello con moto accelerato l'uno verso l'altro, e cioè il nucleo spermatico maschile (fig. 26, *s k*) più rapidamente che il nucleo ovulare femmineo (*e k*), nel quale movimento il minore nucleo spermatico trae con sè il mantello di raggi che lo circonda in forma di « figura stellata ». Finalmente i due nuclei sessuali si toccano (per solito nel mezzo dell'ovulo sferico), si adattano solidamente l'uno all'altro, si appiattiscono

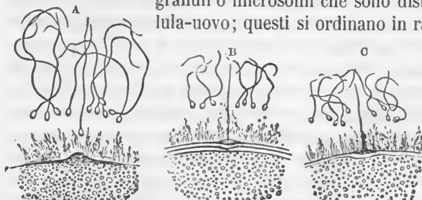


Fig. 24. — Fecondazione di un uovo di stella di mare (da Hertwig).

Solo una piccola porzione della superficie dell'uovo è disegnata. Uno dei numerosi spermatozoidi si avvicina alla " eminenza di concezione „ (*A*), la tocca (*B*) ed allora penetra nel protoplasma dell'ovulo (*C*).

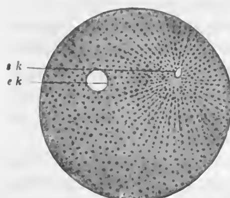


Fig. 25.

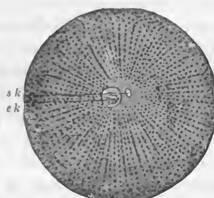


Fig. 26.

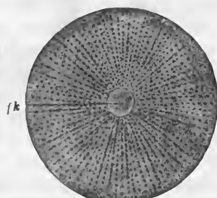


Fig. 27.

Fig. 25 e fig. 26. Fecondazione dell'uovo di riccio di mare (da Hertwig). Nella fig. 25 il piccolo nucleo spermatico (*s k*) va contro al nucleo dell'uovo (*ek*) che è più grosso; nella fig. 26 essi si sono già avvicinati sin quasi a toccarsi e circondati dal mantello di raggi del protoplasma. — Fig. 27. Cellula-stipite o citula di un riccio di mare (" prima sfera di segmentazione „ o cellula-uovo fecondata) (da Hertwig). Nel centro della sferica cellula sta il piccolo sferico nucleo-stipite o nucleo di segmentazione (*fh*).

alla superficie di contatto e qui si fondono in una sola massa. La piccola sfera centrale di nucleina che forma questa massa nucleare riunita è il *nucleo-stipite* o il « *primo nucleo di segmentazione* » (*archikaryon* o *cytulokaryon*); la cellula neo-formata, il prodotto della fecondazione è la nostra *cellula-stipite*, la cosidetta « *prima sfera di segmentazione* » (*cytula* od *archicytos*, fig. 27).

Di essenziale dunque nel processo della generazione sessuale e della fecondazione non v'è che il formarsi di una nuova cellula, la cellula-stipite. Questa citula è in ogni caso il prodotto della fusione di due cellule originariamente differenti, la cellula-uovo femminea e la cellula spermatica maschile. Questo processo ha indubbiamente la massima importanza e merita tutto il nostro interesse; infatti tutto quello che accade più tardi nello sviluppo di questa prima cellula embrionale e nella vita dell'organismo

che ne risulta è determinato in origine dalla composizione chimica e morfologica della citula, del suo nucleo e del suo corpo. Noi dobbiamo dunque rivolgere in modo affatto speciale la nostra attenzione all'origine e formazione della cellula-stipite.

La prima questione che ci si presenta è: come si comportano propriamente nel processo di fusione i due diversi elementi attivi della cellula, il nucleo ed il protoplasma? Certamente il nucleo ha qui la parte più importante, ed Hertwig riassume perciò la sua teoria della fecondazione nella proposizione seguente: « *La fecondazione riposa sulla copulazione di due nuclei cellulari che provengono da una cellula maschile e da una cellula femminile* ». Poichè ora col processo della riproduzione è indissolubilmente legato il fenomeno dell'eredità si può da ciò ulteriormente ricavare che quei due nuclei cellulari copulantisi « sono i portatori dei caratteri che vengono trasmessi dai genitori ai loro discendenti ». In questo senso già nel 1866 (nel IX capitolo della mia *Morfologia generale*) io avevo attribuito al *nucleo* riproduttivo la funzione della riproduzione e dell'*eredità* e invece al *protoplasma* nutritizio la funzione della *nutrizione* e dello adattamento. Poichè ora nella fecondazione ha luogo una completa fusione delle due sostanze nucleari che vicendevolmente si attraggono, e poichè il nuovo nucleo (il nucleo-stipite) che così prende origine forma realmente il primo punto di partenza per tutto lo sviluppo del nuovo individuo, vi si può dunque ancora rannodare la conclusione che *il nucleo spermatico maschile trasmette in eredità al nato i caratteri del padre come fa il nucleo dell'ovulo materno per i caratteri della madre.* Frattanto non si deve qui dimenticare che inoltre nel processo della fecondazione si fondono l'uno con l'altro anche i corpi protoplasmatici delle due cellule che si copulano; il corpo cellulare dello spermatozoide che è penetrato (tronco e coda della cellula flagellata maschile) si dissolve nel tuorlo dell'ovulo femmineo. Se anche questa fusione non ha tutta l'importanza che ha quella dei due nuclei, tuttavia essa non è da trascurare, e se anche essa non è ancora esattamente conosciuta, tuttavia il formarsi della figura stellata (la disposizione raggiata delle catene di microsomi nel plasma) accenna già alla sua importanza (fig. 25-27).

Anche la reciproca reazione delle due parti di esse cellule deve essere tenuta in conto. Il formarsi della stella protoplasmatica attorno al nucleo spermatico penetrato fa sorgere dapprima l'idea che questo solo agisce attivamente sull'ordinamento dei granuli e dei fili nel protoplasma. Ma con ciò lo stesso nucleo riproduttivo modifica la sua grandezza, figura e consistenza e da parte sua subisce già per le condizioni stesse della sua nutrizione l'influenza del protoplasma nutritizio. Quanto intime siano le correlazioni di queste due parti risulta già dai fenomeni di maturazione dell'uovo che abbiamo considerati i quali precedono la fecondazione e dai processi della segmentazione che seguono ad essa. Qui come colà noi osserviamo quei complicati fenomeni della *cariocinesi* o *mitosi* che si ripresentano anche dappertutto nella solita divisione cellulare indiretta e che accennano alla notevolissima *correlazione intima del nucleo cellulare e del protoplasma.* Si sono persino considerati quei fenomeni come una *cariolisi,* come un vero « *dissolvimento* del nucleo nel protoplasma ». Fino ad un certo punto ciò si può concedere applicandolo allora alla nostra *teoria delle monere* coll'ammettere che i più antichi e più semplici organismi erano plastidi senza nucleo e che solo secondariamente da questi sono nate pel differenziarsi del nucleo e del corpo cellulare le forme viventi realmente unicellulari (cfr. su ciò la XIX conferenza).

Le antiche teorie della fecondazione comunemente usavano considerare solo il grande uovo come base essenziale del nuovo organismo generato ed ascrivendo al

piccolo spermatozoide la sola funzione di eccitarne ed avviarne lo sviluppo. L'impulso che quest'ultimo doveva dare al primo fu considerato ora più o meno chimicamente (come un processo catalitico), ora piuttosto fisicamente (secondo il principio della trasmissione di movimento) od anche al tutto dualisticamente (come un processo interamente mistico o trascendente). Quest'errore si spiega in parte coll'imperfetta cognizione che si aveva allora dei fatti della fecondazione, in parte colla notevole differenza di mole delle due sorta di cellule sessuali. Il più degli antichi osservatori ammisero che lo spermatozoide non penetrasse nemmeno nell'uovo. Ma anche dopo che ciò fu constatato si credette che esso vi sparisca senza lasciar traccia. Solo le segnalate ricerche degli ultimi 16 anni condotte colla perfezionatissima tecnica moderna hanno definitivamente confutato quegli erronei concetti. Da esse è risultato che *la piccola cellula spermatica non è subordinata ma coordinata alla grande cellula-uovo.* I nuclei di entrambe le cellule, come latori dei caratteri ereditari dei due genitori, hanno fisiologicamente uguale valore.

In alcuni casi è anzi riuscito di mostrare che persino la quantità di sostanza nucleare attiva che si fonde durante la copulazione dei due nuclei sessuali è nei due originariamente la stessa. Edoardo van Beneden ha dimostrato che nell'uovo dell'ascaride (*Ascaris megalocephala*) l'unione dei due nuclei sessuali si ritarda e solo allora si compie quando già la citula così formatasi incomincia a dividersi. Il caratteristico fuso nucleare che allora appare e che si scinde nei nuclei delle due prime cellule di segmentazione viene formato per una metà dal nucleo ovulare e per l'altra metà dal nucleo spermatico; delle quattro « anse figlie » del fuso di segmentazione due sono di origine maschile e due di origine femminile.

Questi fatti morfologici sono completamente d'accordo col notissimo fenomeno fisiologico che ogni nato eredita dei caratteri di entrambi i genitori e che in complesso questi sono distribuiti in lui in misura eguale. Dico « in complesso » perchè è parimente noto che ogni bambino, considerato come individuo completo, rassomiglia più al padre o più alla madre; riguardo ai caratteri sessuali primari (le ghiandole sessuali), ciò va da sé. Ma sarebbe anche possibile che la decisione riguardo a questi ultimi, l'importante decisione, se dall'ovulo fecondato si abbia a sviluppare un bambino o una bambina, dipendesse da una piccola differenza qualitativa o quantitativa nella nucleina cioè nella sostanza nucleare cromatica che originando dai due genitori viene a contatto nell'atto della fecondazione.

Le vistose differenze presentate dai due sessi riguardo alla grandezza ed all'aspetto le quali diedero origine a quegli antichi ed erronei concetti si spiegano facilmente col principio della *divisione di lavoro* od ergonomia. La pigra, immobile, cellula-uovo diviene tanto più grossa quanta maggior quantità di riserva alimentare essa raduna in forma di vitello nutritivo per l'evoluzione dell'embrione. La vivace, natante, cellula spermatica, viceversa, diviene tanto più piccola e mobile quanto più essa è obbligata a cercare la prima per introdursi nel suo vitello. Mentre queste differenze negli animali superiori sono molto notevoli, esse, in molti animali inferiori, spiccano molto meno. In quei protisti (unicellulari, protofiti e protozoi) che possiedono i primi rudimenti della riproduzione sessuale le due cellule che si copulano sono persino, in origine, affatto eguali. L'atto della fecondazione qui non é altro che un repentino *accrescimento* nel quale la cellula, originariamente semplice, duplica il suo volume e così diviene atta alla riproduzione (divisione cellulare). Poi appaiono dapprima piccole differenze nella grandezza delle due cellule copulatrici, le minori *microspore* (o microgonidii) hanno

del resto la figura delle maggiori *macrospore* (o macrogonidii). Solo quando queste differenze di volume divengono più notevoli vi si aggiungono spiccate differenze nella configurazione; le prime diventano agili cellule spermatiche, le ultime pigri ovuli.

Con questo nuovo concetto della *equivalenza delle due sorta di gonidii*, della equipollenza fisiologica delle cellule sessuali maschili e delle femminee, della loro uguale partecipazione al processo dell'eredità è ora anche in accordo l'importante fatto stabilito da Hertwig (1875) che nella fecondazione normale *un'unica cellula seminale si copula con una cellula-uovo;* la membrana che subito dopo la penetrazione del *primo* spermatozoide si solleva dalla superficie del vitello (fig. 24, C), impedisce l'ingresso di nuovi « spermatozoi »; tutti i concorrenti, escluso quel primo fortunato spermatozoo, rimangono esclusi e muoiono senza remissione. Se invece l'ovulo si ammala, se esso è irrigidito dalla bassa temperatura o assopito da sostanze narcotiche (cloroformio, morfina, nicotina, ecc.) allora due o più spermatozoidi possono penetrare nel suo corpo vitellino; avviene allora una *soprafecondazione* o *polispermia*. Quanto più l'Hertwig cloroformizzava l'ovulo, tanto maggiore era il numero degli spermatozoidi che avidamente si insinuavano nel suo inconscio corpo. Questo notevole fatto ricorda le famose orgie nei cattolici monasteri di Spagna dove una ragazza resa inconscia dell'ebbrezza serve come oggetto di piacere a molti frati, normalmente però ogni monaco si tiene la sua propria monaca; una fra le molte conseguenze morali del celibato obbligatorio.

Anche per la *psicologia* questi notevoli fatti della fecondazione hanno massimo interesse, e specialmente per la teoria dell'*anima cellulare* che per me è il naturale fondamento di essa. Infatti tutti gli importanti processi finora descritti non possono essere commessi e spiegati se prima noi non ammettiamo per le due cellule sessuali una specie di attività psichica inferiore. Entrambe *sentono* vicendevolmente la loro vicinanza, entrambe da tale *sensazione* (che probabilmente è affine all'olfatto) sono attratte l'una verso l'altra; entrambe *si muovono* l'una verso l'altra e non hanno posa finchè non si sono fuse insieme. I psicologi dicono bensì che qui si tratta di fenomeni speciali fisico-chimici, non già di fenomeni psichici, ma questi ultimi non possono essere separati dai primi. Anche le vere attività psichiche in stretto senso non sono già altro che complicati processi fisici, fenomeni « *psicofisici* » che in ultima analisi sono sempre determinati dalla composizione chimica del loro substrato materiale.

Questo concetto monistico diviene particolarmente chiaro quando noi ripensiamo alla fondamentale importanza che ha la fecondazione per l'*eredità*. Infatti come le più variate particolarità corporee anche le più sottili particolarità spirituali dei due genitori sono per eredità trasmesse dai genitori ai neonati. Qui la massa cromatica del nucleo spermatico maschile ha, come latore materiale, la stessa importanza che la massa carioplasmatica ugualmente grossa dell'ovulo femmineo; dalla prima vengono trasmessi i caratteri individuali psichici del padre, dalla seconda quelli della madre. Lo speciale mescolamento dei due nuclei cellulari dei genitori determina in ogni nato il suo carattere psichico individuale.

Ma anche un'altra importantissima questione psicologica, anzi la più importante di tutte, viene definitivamente sciolta dalle scoperte fatte sulla fecondazione nell'ultimo decennio, la questione dell'*immortalità individuale*. Questo dogma che nei rozzi popoli selvaggi ci si presenta nelle più varie e meravigliose forme, ha naturalmente una parte importante anche nei più raffinati concetti sulla vita psichica che si hanno dai moderni popoli civili. Ora la sua completa inammissibilità era bensì, già durante l'ultimo mezzo

PRIMA TABELLA

Specchio degli elementi dell'organismo embrionale unicellulare prima e dopo della fecondazione.

I. La cellula sessuale maschile o paterna	II. La cellula sessuale femminile o materna	III. La cellula-figlia, prodotta dalla fusione d'entrambe
La cellula spermatica (Spermidium) *Sinonimi:* Cellula seminale. Filamento seminale. Animalculo spermatico. Spermatozoon. Zoospermium	**La cellula-uovo** (Ovulum) *Sinonimi:* Uovo maturo non fecondato	**La cellula-stipite** (Cytula od Archicytos) *Sinonimi:* Uovo maturo fecondato. Prima sfera di segmentazione. Più antica cellula di segmentazione
Elementi. **I A. Il protoplasma della cellula spermatica** (Spermoplasma) Pezzo mediano e coda dello spermatozoide, con sottile strato corticale del « capo »	*Elementi.* **II A. Il protoplasma della cellula-uovo** (Ovoplasma) Tuorlo di formazione (*vitellus formativus*) con inclusi secondarii: tuorlo di nutrizione (*Deutoplasma* o *Lecithus*)	*Elementi.* **III A. Il protoplasma della cellula-stipite** (Archiplasma) Protoplasma della prima sfera di segmentazione. Plasmastipite. Prodotto della fusione di entrambi
I B. Il nucleo spermatico (Spermokaryon) Nucleo spermatico (Hertwig) « Capo dello spermatozoo » (defalcato un sottile strato corticale)	**II B. Il nucleo dell'uovo** (Ovokaryon) Resto della vescicola germinativa (*Vesicula germinativa* dopo l'espulsione dei corpi direttori)	**III B. Il nucleo-stipite** (Archikaryon) Nucleo di segmentazione (Hertwig). Nucleo embrionale (Strasburger). Prodotto della fusione d'entrambi

secolo, divenuta sempre più evidente, sopratutto per i grandi progressi della morfologia comparata e della fisiologia sperimentale, della psicologia e psichiatria empirica, dell'antropologia ed etnologia monistica. Ma da nessun fatto esso viene più luminosamente confutato come dai processi elementari della fecondazione che si sono sopra descritti. Infatti l'interveniente *copulazione dei due nuclei sessuali* (figg. 25-27) *segna nettamente il momento in cui si origina il nuovo individuo.* Tutte le proprietà corporee e spirituali del nuovo nato sono la somma delle proprietà ereditarie che esso ha ricevuto dai suoi genitori e progenitori per via della riproduzione sessuale. Tutto ciò che l'uomo acquista più tardi nella sua vita per l'attività dei suoi organi e per l'influsso dell'ambiente, per educazione ed istruzione, in una parola, per adattamento, non può annientare quel fondamento individuale del suo essere che egli ha ricevuto dai suoi genitori. Questa base ereditaria, l'essenza di ciascuna anima umana non è però nulla di « *eterno* » ma qualche cosa di *temporaneo* e non si origina che nel momento in cui il nucleo spermatico paterno ed il nucleo dell'ovulo materno « *fortuitamente* » si incontrano e riuniscono.

Contraddice apertamente alla ragione pura l'ammettere una « vita eterna senza fine » il cui punto iniziale si può nettamente stabilire mediante l'osservazione diretta dei sensi. Ora l'ininterrotta *serie di movimenti plasmatici* che noi comprendiamo sotto il concetto di « *anima umana* » è appunto un simile fenomeno individuale di durata limitata. Questa serie di movimenti molecolari incomincia al momento in cui il nucleo spermatico maschile si fonde col nucleo ovulare femmineo. Dal nucleo-stipite nato in tal

SECONDA TABELLA

Specchio della composizione della cellula organica o plastide (organismo elementare).

ELEMENTI di primo ordine	ELEMENTI di secondo ordine	ELEMENTI di terzo ordine	ELEMENTI di quarto ordine
I. Nucleo (Nucleus o Karyon) — Originariamente formato di sostanza nucleare omogenea (Karyoplasma)	1° *Karyobasis* Massa nucleare fondamentale (sostanza nucleare figurata, più consistente) 2° *Karyolympha* Succo nucleare (sostanza nucleare amorfa, più molle)	1° *Karyomitoma* Impalcatura nucleare composta di A) Cromatina (Sostanza nucleare tingibile) e B) Acromina (Sostanza nucleare non tingibile)	*a*) *Nucleolinus* Punto nucleare *b*) *Nucleolus* Nucleolo *c*) *Karyomiti* Filamenti nucleari *d*) *Karyotheca* Membrana nucleare
II. Corpo della cellula (Celleus o cytosoma) — Originariamente formato di sostanza cellulare omogenea (Cytoplasma)	1° *Protoplasma* Sostanza cellulare attiva (vivente)	1° *Cytomitoma* Impalcatura cellulare (formata di citomiti o filamenti motoplasmatici)	1° *Massa filare* o *spongioplasma* (Impalcatura filamentosa o rete)
	2° *Metaplasma* Sostanza cellulare passiva (morta) (prodotti del plasma) — (Nelle cellule giovanissime con caratteri primitivi manca il metaplasma e l'intero corpo cellulare risulta solo di protoplasma omogeneo)	2° A. *Prodotti interni del plasma* (deposti all'interno del protoplasma)	*a*) *Paraplasma* Massa interfilare figurata *b*) *Microsomi* o *granula* (Granuli plasmatici) *c*) *Liposomi* (Granuli di grasso) *d*) *Cytolinfa* (Succo cellulare)
		2° B. *Prodotti esterni del plasma* (secreti esterni del protoplasma)	*a*) *Membrana della cellula* (Cytotheca) *b*) *Sostanze intercellulari*

guisa essa per ripetuta divisione viene trasmessa a tutte le omogenee cellule del blastoderma le quali pigliano origine dal processo di segmentazione. Col trasmutarsi di queste « cellule blastodermiche » nei due foglietti germinativi primarii della gastrula, interviene la prima divisione di lavoro delle cellule, e questa seguita quando da quelle cellule si producono i diversi tessuti. Allora, nell'uomo e negli animali superiori sono solo le *cellule nervee* centrali quelle che funzionano come organi elementari dell'attività psichica. Colla loro morte l'attività psichica si spegne cosi completamente come si spegne la vista colla distruzione degli occhi.

Si ode ancora spesso esprimere l'erronea opinione che il dogma dell' « immortalità individuale » formi la base fondamentale della religione e della morale tanto come « la fede in un Dio personale ». Quest'opinione viene interamente confutata dai fatti della storia. Inoltre è facile vedere che *ogni cosa individuale* deve essere *passeggera*, deve essere un fenomeno transitorio nelle vicende del processo naturale dell'evoluzione.

È dunque anche un considerevole errore il parlare, come ha fatto Weismann, di una « immortalità degli unicellulari ». Anche gli unicellulari organismi dei *protisti* (protofiti e protozoi) sono *individui mortali* tanto come i pluricellulari *istoni*, i vegetali e gli animali formati di tessuti; a questi ultimi appartiene anche l'uomo. La nostra anima umana per vero viene ancora spesso considerata come qualche cosa di affatto peculiare, e le si attribuiscono speciali facoltà che l'affine anima dei vertebrati non dovrebbe avere. Ma quest'errore dalla *psicologia comparata* libera da preconcetti viene interamente confutato. Vedremo inoltre che gli organi speciali delle singole funzioni psichiche si sviluppano nell'uomo affatto nello stesso modo che in tutti gli altri vertebrati.

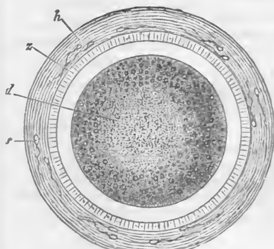


Fig. 28. — Citula del coniglio (ingrandita 200 volte).

Nel protoplasma granuloso dell'uovo fecondato (*d*) traspare in mezzo il piccolo chiaro nucleo-stipite. *z*) Ovolemma, colla membrana mucosa (*h*); *s*) spermidii morti.

L'importanza generale che hanno per queste ed altre questioni cardinali i processi della fecondazione riesce evidentissima. Certamente la fecondazione dell'uomo (sebbene essa sul nostro pianeta si ripeta ogni giorno innumerevoli volte) non è ancor mai stata studiata col microscopio nelle sue particolarità, per ragioni ovvie. Ma le due cellule che sole vi vengono in questione, la cellula-uovo femminea e la cellula spermatica maschile, si comportano nell'uomo esattamente come in tutti gli altri mammiferi; e la stessa figura dell'embrione di questi è posseduta anche dall'embrione umano che risulta dalla copulazione. Perciò nessun naturalista che conosca questi fatti, dubita che i singoli processi di quella copulazione non siano gli stessi nell'uomo che in tutti gli altri vertebrati (50).

La *citula* che così si forma e colla quale ogni uomo comincia la sua esistenza, non sarà diversa da quella di altri mammiferi, per esempio del coniglio (fig. 28). Anche nell'uomo questa cellula-stipite differisce molto essenzialmente dall'ovulo primitivo tanto riguardo ai suoi caratteri di forma (morfologicamente), quanto riguardo alla sua composizione materiale (chimicamente), quanto ancora riguardo alle sue proprietà vitali (fisiologicamente). Essa è di origine in parte paterna, in parte materna. Niuna meraviglia dunque se il nato che si produce da questa citula eredita caratteri individuali da ambo i genitori (53).

Le funzioni vitali di ogni singola cellula formano una somma di processi meccanici che in fondo riposano su movimenti delle minime « particelle viventi » o molecole della sostanza vivente. Se noi designiamo in modo generale questa sostanza attiva col nome di plasson e le sue molecole con quello di plastiduli, noi possiamo dire che il carattere fisiologico individuale di ciascuna cellula riposa sul moto molecolare dei suoi plastiduli. *Il moto plastidulare della citula è dunque la risultante dei moti plastidulari riuniti della cellula-uovo femminile o della cellula spermatica maschile.* Se noi consideriamo questi ultimi come linee laterali nel parallelogramma delle forze, allora il moto plastidulare della citula ne sarà la diagonale. Quale importanza abbia questo concetto per la spiegazione meccanica dei processi elementari dell'evoluzione, l'ho mostrato nel mio scritto sopra « la perigenesi dei plastiduli o l'ondulazione delle particelle vitali » (1876).

OTTAVA CONFERENZA

La teoria della Gastrea.

« Io considero la gastrula come la forma embrionale più importante e significativa del regno animale. In rappresentanti dei più diversi tipi animali la gastrula ha la stessa struttura. Dappertutto il suo semplice corpo contiene una cavità centrale (*progaster*), che si apre per un orifizio (bocca primitiva); dappertutto la parete della cavità risulta di due strati cellulari o foglietti; entoderma o foglietto germinativo vegetativo ed esoderma o foglietto germinativo animale. Da questa identità io concludo, secondo la legge biogenetica fondamentale, che i tipi animali hanno una comune origine da una sola forma-stipite ignota che essenzialmente era costituita come la gastrula, cioè dalla gastrula ».

Biologie der Kalkschwämme (1872).

**Segmentazione dell'uovo e gastrulazione.
I due foglietti delimitanti o foglietti germinativi primarii.
Foglietto cutaneo (esoderma) e foglietto intestinale (entoderma). — Intestino primitivo e bocca primitiva. — Vitello formativo e vitello di nutrizione.
Uova oloblastiche e meroblastiche. — Gastrula e gastrea.**

Contenuto dell'ottava Conferenza.

Primi processi dopo compiuta la fecondazione della cellula. — La forma originaria o palingenetica di segmentazione dell'uovo. — Significato del processo di segmentazione. — Ripetuta divisione della cellula-stipite. — Formazione di numerose sfere di segmentazione o blastomeri. — Embrione moriforme o morula. — Embrione vescicolare o blastula. — Pelle embrionale o blastoderma. — Introflessione del blastoderma. — Formazione della gastrula. — Embrione a berretto (*depula*) con due cavità (in pari tempo con cavità di segmentazione e cavità progastrica); passaggio dalla blastula alla gastrula. — Progastro e protostoma. — I due foglietti limitanti o foglietti germinativi primarii: esoderma (epiblasto) ed entoderma (ipoblasto). — Differenze delle loro cellule. — Concordanza della gastrulazione originaria nei diversi tipi del regno animale. — La gastrulazione dell'*Amphioxus;* passaggio della primitiva forma gastrulare uniasse, alla secondaria bilaterale e triasse. — Incurvamento dell'asse principale. — Appiattimento del lato dorsale, maggiore accrescimento del lato ventrale. — Le forme secondarie, modificate o cenogenetiche di gastrulazione. — Importanza ed ineguale distribuzione del vitello nutritivo. — Segmentazione totale e parziale. — Uova oloblastiche e meroblastiche. — Segmentazione discoide e gastrula discoide: pesci, rettili, uccelli. — Segmentazione superficiale e gastrula vescicolare: articolati. — Costituzione permanentemente bifoliata di animali inferiori. — L'antichissima forma-stipite a due foglietti: gastrea. — L'omologia dei due foglietti germinativi primarii.

Bibliografia.

Ernst Haechel, *Die Keimblätter-Theorie und der Stammbaum des Thierreichs,* 1872 (*Biologie der Kalkschwämme,* vol. I, pag. 464). — *Studien zur Gastraea-Theorie,* 1873-1884 (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.,* vol. VIII, IX, XI, XVIII).

E. Ray-Lankester, *On the primitive Cell-Layers of the embryo as the basis of genealogical classification of the animals,* 1873 (*Annals and Magazine of Natural History,* vol. XI). — *Notes on the embryology and classification of the animal kingdom,* 1877 (*Quarterly Journal of microsc. science,* vol. XVII).

Francis Balfour, *A Treatise on comparative Embryologie,* 1880 (due volumi). — *On the structure and homology of the germinal layers of the embryo,* 1880 (*Quart. Journ. of microsc. science*).

A. Kowalevsky, *Entwickelungsgeschichte des Amphioxus, der Ascidien, der Sagitta, der Brachiopoden, ecc.,* 1867-1880.

Carl Rabl, *Entwickelungsgeschichte der Mollusken* (*Süsswasser-Pulmonaten, Malermuschel, ecc.*), 1875-1880 (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.,* vol. IX, X, ecc.).

Berthold Hatschek, *Furchung und Gastrulation,* 1888 (*Lehrbuch der Zoologie,* pagg. 92-110).

Arnold Lang, *Die Eifurchung und Gastrulation der Metazoen,* 1888 (*Lehrbuch der vergleichenden Anatomie,* capitolo II, pagg. 115-131).

VIII.

Signori!

I primi processi dello sviluppo individuale che intervengono dopo compiutasi la fecondazione dell'ovulo e dopo formata la cellula-stipite (*cytula*) sono in tutto il regno animale essenzialmente i medesimi; dappertutto essi cominciano colla cosidetta *segmentazione dell'uovo* e colla *formazione dei foglietti*. Solo gli infimi e più semplici animali, i *protozoi*, fanno eccezione a ciò poichè essi rimangono per tutta la vita unicellulari. A questi protozoi appartengono le amebe, le gregarine, i rizopodi, gli infusori, ecc. Poichè tutto il loro organismo non è rappresentato che da *un'unica* cellula, essi non possono mai formare « foglietti germinativi » cioè strati cellulari di determinata conformazione. Invece tutti i rimanenti animali, tutti i veri animali o *metazoi* (come possiamo chiamarli in opposizione ai protozoi), formano, per ripetuta divisione dell'ovulo fecondato, dei veri foglietti germinativi. Questo vale tanto per gli inferiori zoofiti ed elminti quanto per i superiori molluschi, raggiati, articolati e vertebrati (55).

In tutti questi *metazoi* od animali pluricellulari i più importanti processi embriogenetici sono essenzialmente eguali, sebbene essi, osservati superficialmente, appaiano spesso molto differenti. Dovunque la citula che ha preso origine dalla cellula-uovo fecondata, si scinde dapprima, per ripetuta divisione, in un gran numero di semplici cellule. Queste cellule sono tutte discendenti diretti della citula e, per ragioni che esporremo più oltre, vengono chiamate *cellule di segmentazione* o « sfere di segmentazione » (*blastomera* o *segmentella*). Il ripetuto processo di scissione della citula pel quale si producono le cellule di segmentazione è noto già da molto tempo col nome di *solcatura dell'uovo* o, inesattamente, di *solcatura* (*segmentatio*). Tosto o tardi le cellule di segmentazione si riuniscono a formare una *vescica embrionale* (*blastula*) rotonda (originariamente sferica); ma poi si dividono in due diversi gruppi e si ordinano in due distinti strati cellulari: *i due foglietti germinativi primarii*. Questi includono una cavità digerente, intestino primitivo o *progaster* con un'apertura, la bocca primitiva o *protostoma*. L'importantissima forma embrionale che possiede questi antichissimi organi primitivi, la chiamiamo *gastrula*, e chiamiamo *gastrulazione* il processo della sua formazione. Questo processo ontogenetico ha la massima importanza ed è il vero punto di partenza della formazione del corpo animale propriamente detto.

I processi embriologici fondamentali della segmentazione e della gastrulazione non sono stati conosciuti con piena chiarezza ed apprezzati al loro vero valore se non negli ultimi vent'anni. Essi offrono nei diversi gruppi animali varie spiccate differenze e non era facile riconoscere la loro identità fondamentale nel regno animale. Solo dopo che io nel 1872 ebbi stabilita la *teoria della gastrea* (40) e che più tardi (nel 1875) ebbi ricondotto tutte le singole forme di segmentazione e di formazione dei foglietti ad una medesima forma fondamentale, quella identità si potè considerare come veramente dimostrata. Si è così acquistata una *legge unitaria* che regge i primi processi della embriogenesi in tutti gli animali (56).

L'*uomo*, per ciò che riguarda questi primi ed importantissimi processi, si comporta ad ogni modo come gli altri mammiferi superiori ed anzitutto come le scimmie. Poichè l'embrione umano ancora in uno stadio molto inoltrato di sviluppo, nel quale vi sono già gli abbozzi delle ampolle cerebrali, degli occhi, degli organi uditivi, degli archi branchiali, ecc., non differisce essenzialmente dall'embrione a pari sviluppo degli altri *mammiferi* superiori (tav. VII, prima serie), ci è lecito ammettere con tutta sicurezza che anche i primi processi della embriogenesi, della segmentazione e della gastrulazione sono gli stessi. Certamente questi rapporti non sono stati finora constatati direttamente; a nessuno si è ancor mai offerta l'opportunità di anatomizzare una donna subito dopo la fecondazione e di ricercare nel suo ovidotto la citula o le cellule di segmentazione. Poichè però i più giovani embrioni umani che siano stati direttamente osservati (in forma di vesciche embrionali) come pure le susseguenti forme embrionali più sviluppate coincidono essenzialmente con quelle del coniglio, del cane e di altri mammiferi superiori, così nessun uomo ragionevole dubiterà che anche la segmentazione e la gastrulazione non seguano qui esattamente come là e come lo mostrano schematicamente le figg. 12-17 della tavola II (57).

Ora la forma speciale presentata dalla segmentazione e dalla gastrulazione dei vertebrati non è per nulla la forma originaria, semplice, palingenetica di germinazione. Piuttosto essa, in seguito a numerosi adattamenti embrionali, è fortemente cambiata, alterata o cenogeneticamente modificata. Perciò ci è impossibile di comprenderla isolatamente. Piuttosto noi dobbiamo, per giungere a comprenderla, osservare *comparativamente* le diverse forme di segmentazione e di formazione dei foglietti embrionali nel regno animale e sopratutto noi dobbiamo ricercare la loro forma originaria, palingenetica dalla quale solo più tardi si è svolta gradatamente la forma modificata, cenogenetica dell'embriogenesi dei mammiferi.

Questa *forma originaria, palingenetica della segmentazione e della gastrulazione* nel tipo dei vertebrati, al quale appartiene anche l'uomo, oggidì si trova unicamente nell'infimo e più antico membro di questo tipo, nel meraviglioso *Amphioxus* (cfr. le conf. XVI e XVII, come pure tav. X ed XI). Però questa forma palingenetica di embriogenesi si trova ancora in guisa affatto uguale in molti animali inferiori, invertebrati, così, p. es., nella notevole *Ascidia*, nel *Limnaeus*, nella *Sagitta* e in fine in molti echinodermi e zoofiti, così, p. es., nei comuni ricci di mare e stelle di mare, in molte meduse e coralli e nelle spugne più semplici (*Olynthus*). Considereremo qui come esempio, i processi palingenetici di segmentazione e di gastrulazione di un vero corallo ottoradiato che io ho scoperto nel 1873 nel mar Rosso e che ho descritto nei miei « coralli arabici » sotto il nome di *Monoxenia Darwinii* (58).

La cellula-uovo fecondata di questo corallo (fig. 29, A, B), si divide dapprima per scissione in due cellule uguali (C). Dapprima si divide il nucleo della citula in due metà uguali; queste si respingono, si allontanano l'una dall'altra ed agiscono come centri di attrazione sul protoplasma ambiente; in seguito a ciò, in quest'ultimo si forma un solco anulare che determina una costrizione per cui anch'esso si divide in due metà uguali che si allontanano l'una dall'altra. Ciascuna delle due « cellule di segmentazione » formatesi in tal modo si scinde a sua volta nella stessa guisa in due cellule uguali, il piano di divisione di queste ultime giacendo perpendicolarmente a quello delle due prime (Fig. D). Le *quattro* cellule di segmentazione uguali (le nipoti della citula) giaciono in uno stesso piano. Ora ognuna di esse si scinde ancora in due metà uguali e dinuovo la divisione del nucleo precede quella del protoplasma circostante.

Le *otto* cellule di segmentazione nate in tal modo si dividono nella stessa guisa in *sedici*. Da queste, per nuova scissione, nascono 32 cellule di segmentazione. Col dimezzarsi di ognuna di queste nascono 64, poi 128 cellule e così via (59). Il risultato finale di questa ripetuta e regolare divisione è la formazione di un cumulo sferico di cellule omogenee di segmentazione, e questo noi lo chiamiamo *embrione moriforme* (*morula*).

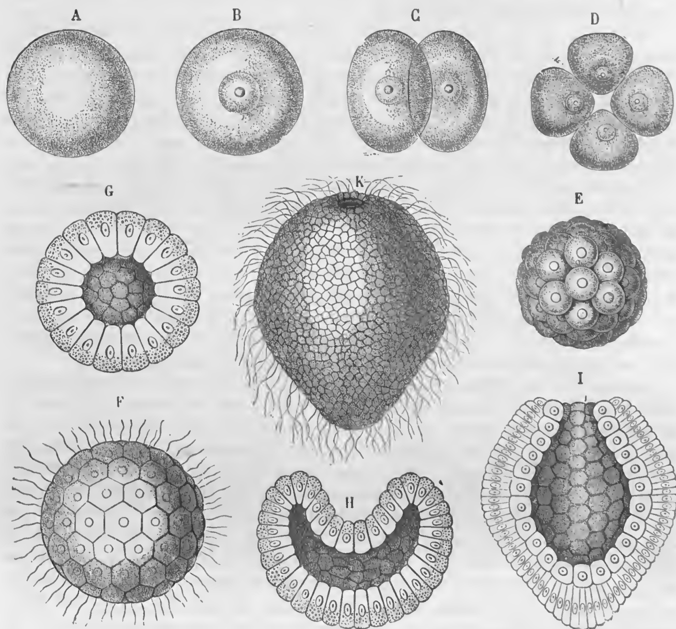


Fig. 29. — Gastrulazione di un corallo (*Monoxenia Darwinii*).

A, *B*, Cellula-stipite (*cytula*) od ovulo fecondato. Nella fig. *A* (immediatamente dopo seguita la fecondazione) il nucleo non è visibile; nella fig. *B* (alquanto più tardi) esso è molto evidente. *C*, Due cellule di segmentazione; *D*, Quattro cellule di segmentazione; *E*, embrione moriforme (*morula*); *F*, Embrione vescicolare (*blastula*); *G*, Blastula in sezione; *H*, Embrione a berretto (*depula* o blastula invaginata) in sezione; *I*, Gastrula in sezione longitudinale; *K*, Gastrula o embrione a bicchiere dal di fuori.

Le cellule stanno così strettamente addensate le une contro le altre come i granelli di una mora di gelso o di rovo e perciò la superficie della sfera appare in generale tubercolosa (fig. E) (cfr. anche fig. 3 della tav. II) (60).

Dopo che si è così compiuta la segmentazione questa fitta morula si cambia in una vescica sferica cava. Un umore acquoso o gelatinoso si accumula nel mezzo della sfera; le cellule di segmentazione si allontanano le une dalle altre e si portano tutte alla superficie di essa. Qui esse si appiattiscono variamente per reciproca pressione, prendono l'aspetto di piramidi tronche e si dispongono regolarmente l'una presso

all'altra in un solo strato (fig. 29, F, G). Questo strato cellulare si chiama *blastoderma;* le cellule omogenee che compongono il semplice strato si chiamano *cellule blastodermiche* e tutta la sfera cava di cui esse formano la parete si chiama *blastula* o *blastosfera*, detta anche una volta *vescicola blastodermica* (61). La cavità interna della sfera, che è piena di limpido liquido o gelatina si chiama « *cavità di segmentazione* » (*cavum segmentarium*) o *blastocoelon.*

Nel nostro corallo, come in molti altri animali inferiori, il giovane embrione animale comincia già fin d'ora a muoversi indipendentemente e ad andar nuotando per l'acqua. Infatti da ogni cellula blastodermica si produce un lungo e sottile processo filiforme, un flagello; e questo eseguisce indipendentemente delle lente vibrazioni che presto si fan più rapide (fig. 29, F). Ogni cellula blastodermica diventa così una « cellula flagellata » vibrante. Dalla forza unita di tutti questi flagelli tutta la sferica blastula viene trasportata con moto rotatorio attraverso all'acqua. In molti altri animali, specialmente in quelli il cui germe si svolge entro invogli chiusi, i flagelli non si sviluppano sulle cellule blastodermiche se non più tardi oppure non si sviluppano mai. La blastula può crescere ed aumentare pel fatto che le cellule blastodermiche per ripetuta scissione (alla superficie della sfera) si moltiplicano, e nell'interno della cavità viene ancora secretato altro liquido. Esistono ancora oggidì alcuni organismi che per tutta la vita rimangono allo stadio di sviluppo della blastula, sfere cave che vanno nuotando per l'acqua per mezzo del loro moto ciliare e la cui parete risulta di un unico strato di cellule; sono questi i *Volvox* e le *Magosphera*, *Synura* ed altri. Ritorneremo più oltre sull'alta importanza filogenetica di questo importante fatto (conf. XIX).

Sottentra ora un processo molto importante e rimarchevole, cioè l'*invaginazione della blastula* (fig. 29, H). La sfera colla sua unica parete cellulare si trasforma in un bicchiere a doppia parete (G, H, I). In un determinato sito della superficie della sfera si forma un appiattimento che si affonda in un infossamento. Quest'infossamento diventa sempre più profondo; esso cresce a spese dell'interna cavità della blastula (blastocelo) cioè della cavità di segmentazione. Quest'ultima si riduce tanto più, quanto più si estende la prima. Finalmente l'interno blastocelo scompare interamente pel fatto che la parte interna, *invaginata*, della blastosfera, cioè la parete della fossa, si applica intimamente contro alla parte esterna, *non invaginata*, di essa. Nello stesso tempo le cellule delle due porzioni assumono diversa figura e grandezza: le cellule interne divengono più tondeggianti, le esterne più allungate (fig. 29, I). Così l'embrione acquista la figura di un corpo simile ad un bicchiere o ad una brocca la cui parete risulta di due diversi strati cellulari e la cui cavità interna si apre per un capo all'esterno (al sito originario di invaginazione). Quest'importantissima ed interessantissima forma embrionale la chiamiamo *gastrula* o larva a bicchiere (fig. 29, I, in sezione longitudinale, K, dall'esterno) (62).

Il notevole stadio intermedio di evoluzione che si presenta nel passaggio dalla blastula alla gastrula (fig. 29, H) l'ho distinto nella mia *Storia della creazione naturale* (VIII ediz., trad. ital., pag. 287) col nome di *depula* od embrione a berretto. « A questo stato intermedio esistono l'una presso l'altra nell'embrione due cavità: la primitiva cavità blastodermica (*blastocelo*) in via di regressione e la cavità gastrica primitiva (*progaster*) in via di sviluppo. Quest'ultima va sempre più estendendosi a spese della prima; tuttavia in molti metazoi permane un residuo della cavità blastodermica e può formare una « falsa cavità del corpo » (*pseudocelo*). Quest'ultima è talora estesa e spesso viene anche chiamata « celoma (o cavità del corpo) primitivo » dei metazoi, in

opposizione al « celoma secondario », od enterocelo, che nei vertebrati si produce più tardi dalla cavità gastrica primitiva (cfr. la X conferenza).

Io considero la gastrula come la più importante e significante forma embrionale di tutto il regno animale. Infatti in tutti i veri animali (fatta eccezione dei protozoi) nasce dalla segmentazione o una vera, primitiva, palingenetica gastrula (fig. 29, I, K) o almeno una equipollente forma embrionale cenogenetica che si è svolta in via secondaria dalla prima e che ad essa può direttamente essere ricondotta. È certo un fatto

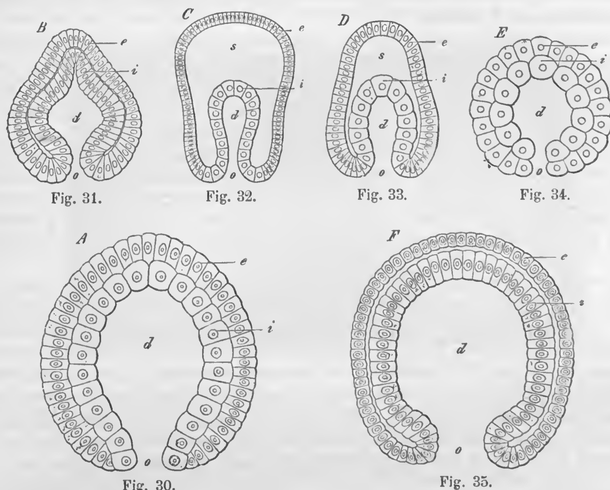


Fig. 30 (*A*). Gastrula di un semplicissimo zoofito, un gastreade (***Gastrophysema***), secondo Haeckel. — Fig. 31 (*B*). Gastrula di un verme (*Sagitta*), da Kovalevsky. — Fig. 32 (*C*). Gastrula di un echinoderma (stella di mare, *Uraster*) non interamente invaginata (*depula*), da Alessandro Agassiz. — Fig. 33 (*D*). Gastrula di un artropodo (*Nauplius*) (come la fig. 32). — Fig. 34 (*E*). Gastrula di un mollusco (*Limnaeus*), da Carlo Rabl. — Fig. 35 (*F*). Gastrula di un vertebrato (*Amphioxus*), da Kovalevsky (veduta di fronte). — Dappertutto significa: *d*) Cavità gastrica primitiva; *o*) Bocca primitiva; *s*) Cavità di segmentazione; *i*) Entoderma (foglietto intestinale); *e*) Esoderma (foglietto cutaneo).

di sommo interesse e della massima importanza che animali dei più diversi tipi: vertebrati, molluschi, articolati, echinodermi, elminti e zoofiti si sviluppano da una stessa forma embrionale. Come esempio parlante vi presento qui l'una presso l'altra alcune forme gastreali vere da varii tipi animali (figg. 30-35, coll'annessa spiegazione).

Data questa straordinaria importanza della gastrula noi dobbiamo studiare nel modo più esatto la composizione della sua forma primitiva. Per solito la vera gastrula tipica è molto piccola, non visibile ad occhio nudo od al più, in favorevoli circostanze, percettibile come un punticino, generalmente del diametro di $^1/_{20}$-$^1/_{10}$ mm.; raramente di $^1/_5$-$^1/_2$ mm. (talora di più). Il suo aspetto è per solito quello di un bicchiere tondeggiante; talora essa è piuttosto ovale, talora più ellissoide o fusiforme, in alcuni animali piuttosto emisferica o quasi sferica, in altri ancora più allungata o quasi cilindrica.

Molto caratteristica è la *forma fondamentale* geometrica del corpo, la quale è determinata *da un solo asse con due poli diversi.* Quest'asse è l'asse principale o asse longitudinale del futuro corpo animale; l'un polo è il polo boccale od orale, l'opposto è il polo aborale. Nei bilaterii od animali superiori con forma fondamentale bilaterale la gastrula cenogeneticamente modificata assume per solito molto di buon'ora la forma fondamentale parimente bilaterale (triasse) (fig. 39, pag. 122). Per questa forma fondamentale *uniasse* (o *monoaxonia*) la gastrula si distingue essenzialmente dalla sferica blastula e morula nelle quali tutti gli assi del corpo sono uguali (63). La sezione della gastrula primaria è circolare.

Chiamo la cavità interna del corpo della gastrula *intestino primitivo* (*progaster*) e la sua apertura *bocca primitiva* (*prostoma*). Infatti quella cavità è l'originaria cavità digerente o intestinale del corpo, e quest'apertura ha primitivamente servito all'entrata degli alimenti. Per vero in seguito il prostoma ed il progaster si comportano nei diversi tipi animali molto diversamente. Nel più dei zoofiti ed in molti elminti essi si conservano per tutta la vita. Per contro nel più degli animali superiori, e così anche nei vertebrati, solo la parte mediana e più grande del canal digerente definitivo nasce dall'intestino primitivo, l'apertura boccale definitiva si forma a nuovo mentre il prostoma si chiude. Noi dobbiamo dunque distinguere fra la bocca e cavità gastrica primaria della gastrula da un lato e fra la bocca e cavità gastrica secondaria dei vertebrati dall'altro (64).

Grandissima importanza hanno i due strati cellulari che inchiudono la cavità progastrica e che compongono da soli la sua parete. Infatti questi due strati cellulari i quali da soli costituiscono l'intero corpo non sono altro che i due *foglietti germinativi primarii* (*blastophylla*). La loro importanza fondamentale fu già rilevata nell'introduzione storica (nella III conferenza). Lo strato cellulare esterno è il *foglio cutaneo* od *esoderma* (figg. 30-35, *e*); lo strato cellulare interno è il *foglio intestinale* od *entoderma* (*i*). Il primo viene anche sovente designato col nome di *ectoblasto* od epiblasto, il secondo con quello di *endoblasto* od ipoblasto. *Da questi due soli fogli germinativi primarii si costruisce in tutti i metazoi od animali unicellulari l'intero corpo.* Il foglio cutaneo fornisce l'esterna epidermide, il foglio intestinale invece l'interno epitelio intestinale. Fra questi due fogli embrionali si forma più tardi il foglio germinativo mediano (*mesoderma*) e la cavità del corpo (*coeloma*) (65), ripiena di sangue o di linfa.

I due foglietti germinativi primari furono distinti chiaramente per la prima volta nell'anno 1817 da Pander nel pulcino incubato, l'esterno come foglio *seroso*, l'interno come *foglio mucoso* (pag. 40). Ma la loro importanza fu pienamente riconosciuta per la prima volta solo dal Baer, il quale nella sua classica embriologia (1828) chiamò l'esterno foglietto *animale*, l'interno foglietto *vegetativo*. Queste denominazioni sono acconcie in questo senso che dal foglio esterno si originano prevalentemente (se anche non esclusivamente) gli organi animali della sensitività: pelle, nervi ed organi di senso, mentre dal foglio interno si originano di preferenza gli organi vegetali della nutrizione e della riproduzione, segnatamente il canale digerente ed il sistema dei vasi sanguigni. Venti anni più tardi (1849) l'Huxley fece notare che in molti zoofiti inferiori, sopratutto meduse, per tutta la vita l'intero corpo non risulta da altro che da quei due foglietti germinativi primari. Poco dopo l'Allman (1853) introdusse per essi la denominazione che presto fu generalmente accettata; egli chiamò il foglio esterno *ectoderma* od *esoderma*, l'interno *entoderma* od *endoderma*. Ma solo dall'anno 1867 fu (sopratutto dal Kowalevsky) data per mezzo di osservazioni comparative la prova che anche negli

animali invertebrati delle più diverse classi, negli elminti, molluschi, echinodermi ed articolati, il corpo si costruisce dagli stessi due fogli germinativi primari. Finalmente io stesso li ho dimostrati (1872) anche nei più bassi zoofiti, nelle spugne o spongie, ed ho in pari tempo cercato, nella mia *Teoria della gastrea*, di provare che questi « foglietti delimitanti » dappertutto, dalle spugne e coralli su fino agli insetti e vertebrati, e perciò anche nell'uomo, sono da considerarsi come *equivalenti* od *omologhi*. Questa fondamentale « omologia dei foglietti germinativi primari e della cavità progastrica » nel corso degli ultimi vent'anni è stata confermata dalle accurate ricerche di molti valenti osservatori ed è ormai riconosciuta in modo quasi generale per tutti i metazoi.

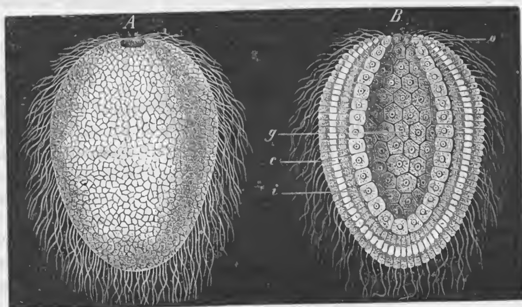


Fig. 36. — Gastrula di una spugna inferiore (*Olynthus*).

A, Dall'esterno; *B*, In sezione longitudinale attraverso all'asse; *g*) Cavità gastrica primitiva (*progaster*); *o*) Bocca primitiva (*prostoma*); *i*) strato cellulare interno della parete del corpo (foglietto germinativo interno, entoderma, endoblasto o foglio intestinale); *e*) Strato cellulare esterno (foglio germinativo esterno, esoderma, ectoblasto, foglio cutaneo).

Per solito anche già nel germe gastreale le *cellule* che compongono i due foglietti germinativi primari mostrano differenze riconoscibili. Il più delle volte (se anche non sempre) le cellule del foglio cutaneo od esoderma (figg. 36, *e*; 37, *e*) sono più piccole, più numerose, più chiare; per contro le cellule del foglietto intestinale od entoderma (*i*) sono più grosse, meno numerose, più scure. Il protoplasma delle cellule esodermiche è più chiaro e più consistente che la più torbida e molle sostanza cellulare delle cellule entodermiche; queste ultime sono per solito molto più ricche di granuli vitellini (albumina e goccioline di grasso) che non le prime. Inoltre le cellule entodermiche hanno generalmente una maggiore affinità colle sostanze coloranti e si colorano nelle soluzioni di carmino, di anilina, ecc., più rapidamente e vivamente che le cellule ectodermiche. I nuclei delle cellule entodermiche sono per lo più tondeggianti, quelli delle cellule esodermiche invece allungati.

Queste differenze fisiche, chimiche e morfologiche dei due foglietti germinativi, le quali corrispondono alla loro contraposizione fisiologica, hanno anche grande interesse inquantochè ci mostrano il primo e più antico processo di differenziamento che avviene nel corpo animale. Il *blastoderma*, che forma la parete della sferica blastula (fig. 29, F, G), non risulta che da un unico strato di cellule omogenee. Queste *cellule blastodermiche* sono in origine molto regolarmente ed omogeneamente conformate, sono

affatto uguali per grandezza, forma e natura. Per solito esse sono appiattite per reciproca pressione, spesso regolarmente esagonali. Esse costituiscono il *primo tessuto* dell'organismo dei metazoi, un semplice pavimento di cellule od *epitelio.* L'omogeneità di queste cellule scompare tosto o tardi durante l'invaginazione della vescicola blastodermica. Le cellule che compongono la parete invaginata, interna, di essa (il futuro entoderma) assumono per solito, già durante il processo d'invaginazione (fig. 29, II), un carattere diverso da quello delle cellule che compongono la parte esterna (il futuro esoderma). Quando il processo d'invaginazione è compiuto, le differenze istologiche nelle cellule dei due foglietti germinativi primari spiccano per solito molto notevolmente (fig. 37). Le piccole chiare cellule esodermiche (*e*) si distinguono nettamente dalle maggiori e più scure cellule entodermiche (*i*). Spesso questo differenziamento delle due forme di cellule appare già molto di buon'ora durante il processo di segmentazione ed è già molto visibile nella blastula.

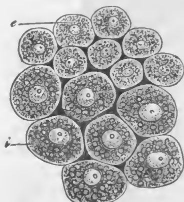


Fig. 37. — Cellule dei due foglietti germinativi primarii di un mammifero (dai due strati del blastoderma).

i) Cellule maggiori più scure dello strato *interno* (foglietto vegetativo od entoderma); *e*) cellule minori più chiare dello strato esterno (foglietto animale od esoderma).

Noi abbiamo finora contemplato solo quella forma di segmentazione che noi per molte ed importanti ragioni siamo autorizzati a considerare come *originaria*, *primordiale* o *palingenetica.* Noi possiamo chiamarla *segmentazione eguale* o regolare perchè le cellule di segmentazione in principio (e spesso fino alla formazione del blastoderma) rimangono eguali. La gastrula che ne risulta la chiamiamo *gastrula campanulata* od *archigastrula.* In forma affatto eguale come nel nostro corallo (*Monoxenia*, fig. 29), noi la troviamo anche negli infimi zoofiti, nel *Gastrophysema* (fig. 30) e nelle più semplici spugne (*Olynthus*, fig. 36), in fine in molte meduse ed idropolipi, in vermi inferiori di differenti classi (brachiopodi, *Sagitta*, fig. 31), nei tunicati (*Ascidia*, tav. X, figg. 1-4), poi in molti echinodermi (fig. 32), articolati inferiori (fig. 33) e molluschi (fig. 34), in fine, un poco modificata, anche negli infimi vertebrati (*Amphioxus*, fig. 35; tav. X, figg. 1-10).

La *gastrulazione dell'Amphioxus* ha speciale interesse pel fatto che questo infimo e più antico fra tutti i vertebrati ha massima importanza per la filogenesi di questo tipo e perciò anche per la nostra antropogenia (cfr. la XVI e XVII conferenza). Come l'anatomia comparata dei vertebrati fa derivare da quel semplicissimo *provertebrato* per via di sviluppo divergente le complicatissime condizioni di struttura delle diverse classi, così l'ontogenesi comparata riconduce le diverse forme secondarie di gastrulazione dei vertebrati alla semplice gastrulazione primaria dell'*Amphioxus.* Sebbene quest'ultima, in opposizione alle modificazioni cenogenetiche delle prime, sia da considerarsi in complesso come palingenetica, tuttavia essa si distingue già in alcuni punti dalla gastrulazione affatto primitiva, come si ha p. es. nella *Monoxenia* (fig. 29) e nella *Sagitta.* Dall'esposizione esemplare di Hatschek (1881) risulta che le due sorta di cellule dei fogli germinativi nell'*Amphioxus*, come in molti altri animali, già di buon'ora durante il processo di segmentazione assumono diverso carattere. Solo le quattro prime cellule di segmentazione, che sono separate da due piani divisorii verticali che si tagliano ad angolo retto, sono interamente eguali (tav. XI, fig. 8). Il terzo piano (orizzontale) di segmentazione non giace nell'equatore dell'uovo ma un po' al disopra di esso, cosicchè esso divide quei quattro blastomeri in metà disuguali; quattro sopra

minori e quattro sotto maggiori; quelle formano l'emisfero animale, queste il vegetativo. A ragione dunque dice l'Hatschek che la segmentazione dell'*Amphioxus* non è rigorosamente eguale, ma *adeguale* ed avvicinantesi all'ineguale. Anche nell'ulteriore corso del processo di segmentazione la diversità di grandezza dei due gruppi di cellule rimane visibile; le minori cellule animali dell'emisfero superiore si dividono più rapidamente che le maggiori cellule vegetative dell'emisfero inferiore (fig. 38, A, B). Perciò anche il blastoderma che alla fine del processo di segmentazione forma la semplice parete della sferica vescica blastodermica non risulta unicamente da cellule omogenee ed egualmente grosse, come nella *Sagitta* e nella *Monoxenia*, ma le cellule della metà superiore del blastoderma sono più numerose e più piccole (cellule-madri dell'esoderma), le cellule della metà inferiore meno numerose ma più grosse (cellule-madri dell'entoderma); così anche la cavità di segmentazione della vescica blastodermica (fig. 38, C, *h*) non è interamente sferica ma è uno sferoide appiattito coi poli dell'asse verticale disuguali. Mentre al polo vegetativo dell'asse la blastula si invagina, la differenza di grandezza delle cellule blastodermiche cresce costantemente (figura 38, D, E); essa raggiunge il massimo quando l'invaginazione è finita e la cavità di segmentazione è scomparsa (fig. 38, F). Le cellule vegetali maggiori dell'entoderma sono più ricche di granuli depostivi (cellule lecitiche) e perciò più torbide che le minori e più chiare cellule animali dell'esoderma.

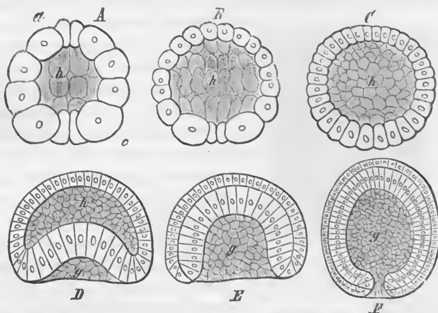


Fig. 38. — Gastrulazione dell'*Amphioxus*, da Hatschek (sezione verticale attraverso all'asse dell'uovo).

A, *B*, *C*, Tre stadii della formazione della blastula; *D*, *E*, Invaginazione della blastula; *F*, Gastrula perfetta; *h*) Cavità di segmentazione; *g*) Cavità progastrica.

Ma non è solo per questo precoce (o cenogeneticamente prematuro) differenziamento delle due sorta di cellule blastodermiche, ma ancora per un'altra importante particolarità che la *gastrulazione adeguale* dell'*Amphioxus* si allontana dalla tipica segmentazione *eguale* della *Sagitta*, della *Monoxenia* (fig. 29) e dell'*Olynthus* (fig. 36). La pretta archigastrula di quest'ultimo è *uniasse*, la sua sezione è per tutta la lunghezza circolare. Il polo vegetale dell'asse verticale giace esattamente nel centro della bocca primitiva. Nella gastrula dell'*Amphioxus* questo non è il caso. Già durante l'invaginamento del suo blastoderma, l'asse ideale viene piegato da una parte pel fatto che l'accrescimento del blastoderma (o la moltiplicazione delle sue cellule) è più vivace da un lato che dal lato opposto; il lato che cresce più rapidamente e che perciò è più fortemente incurvato (fig. 39, *v*) è il futuro lato ventrale, l'opposto più piatto è il lato dorsale (*d*). La bocca primitiva che originariamente (nell'archigastrula tipica) giaceva al polo vegetale dell'asse principale è respinta da questo verso il lato ventrale; e mentre le sue due labbra giacevano originariamente in un piano perpendicolare all'asse verticale ora esse sono così spostate che questo piano (il piano del prostoma) taglia l'asse

sotto un angolo obliquo. Il labbro dorsale giace perciò più al disopra e davanti, il ventrale più sotto ed in dietro. In quest'ultimo, dove l'entoderma passa ventralmente nell'esoderma, giaciono l'una presso l'altra un paio di cellule notevolmente grandi, una destra ed una sinistra (fig. 39); esse sono le importantissime *cellule polari del prostoma* o le « cellule primitive del mesoderma ».

Per questi importanti differenziamenti che avvengono già durante il corso della gastrulazione la primitiva forma fondamentale *uniasse* dell'archigastrula nell'*Amphioxus* si è già convertita nella *triasse* e così rimane già determinata la forma fondamentale « bilateralmente simmetrica » o *bilaterale* del vertebrato. Il piano mediano verticale o il piano sagittale passando per le due cellule polari del prostoma scorre pel lungo attraverso l'asse del corpo e lo divide in due metà eguali o due antimeri, uno destro e uno sinistro. Il prostoma giace alla futura estremità posteriore, alquanto al disopra del polo aborale dell'asse longitudinale. Perpendicolarmente a questo asse principale sta nel piano mediano l'asse sagittale od « asse dorsoventrale » il quale collega le linee mediane del lato dorsale piatto e del convesso lato ventrale. L'asse trasversale orizzontale od asse laterale perpendicolare ai due assi (inequipolari) è equipolare e va trasversalmente da destra a sinistra. Così la gastrula dell'*Amphioxus* mostra già la caratteristica *forma fondamentale dipleura o bilaterale* del corpo del vertebrato la quale da essa in poi si è trasmessa a tutte le altre forme modificate di gastrulazione di questo tipo.



Fig. 39. — Gastrula dell'*Amphioxus*, vista lateralmente da sinistra (sezione ottica mediana). Da Hatschek.

g) Cavità progastrica; *u*) Bocca primitiva o prostoma; *p*) Cellule polari peristomali; *i*) Entoderma; *e*) Esoderma; *d*) Lato dorsale; *v*) Lato ventrale

Facendo astrazione da questa forma fondamentale bilaterale, la gastrula dell'*Amphioxus* è uguale alla tipica archigastrula degli animali inferiori (figg. 30-36) in ciò che i due foglietti germinativi primari risultano ancora da un unico strato di cellule. Evidentemente questa è la più antica ed originaria forma dell'embrione dei metazoi. Sebbene gli animali sopra menzionati appartengano alle più diverse classi, tuttavia essi concordano fra di loro e con molti altri animali inferiori in ciò che essi per *eredità* conservativa hanno conservato fino ai dì nostri questa forma *palingenetica* di gastrulazione che avevano ricevuta dai loro antichissimi progenitori comuni. Nella grande maggioranza degli animali questo non è più il caso. Piuttosto in questi il primitivo processo embriogenetico, poco alla volta nel corso di molti milioni d'anni è stato più o meno alterato, modificato e perturbato dall'*adattamento* a nuove condizioni di sviluppo. Tanto la segmentazione come la susseguente gastrulazione hanno acquistato in seguito a ciò un aspetto variamente diverso. Anzi le differenze nel corso del tempo sono divenute così notevoli che nel più degli animali la segmentazione non è stata rettamente giudicata e la gastrula stessa non è stata nemmeno riconosciuta. Solo con estese ricerche *comparative* che ho istituite molto tempo fa (negli anni 1866-1875) in animali delle più differenti classi mi è riuscito di riconoscere in quei processi embriogenetici apparentemente così aberranti lo stesso processo fondamentale comune e di ricondurre tutti i diversi modi di formazione dell'embrione alla sola forma originaria già descritta. In opposizione a questa forma primaria, palingenetica di embriogenesi io considero tutte le altre forme aberranti di questa come secondarie, modificate o *cenogenetiche*. La forma gastreale più

o meno aberrante che ne risulta può essere designata in generale col nome di gastrula secondaria, modificata o *metagastrula.*

Fra le numerose e molteplici forme cenogenetiche di segmentazione e di gastrulazione io distinguo di nuovo tre forme principali: 1° la segmentazione disuguale (*segmentatio inaequalis*, tav. II, figg. 7-17); 2° la segmentazione discoide (*segmentatio discoidalis*, tav. III, figg. 18-24); 3° la segmentazione superficiale (*segmentatio superficialis*, tav. III, figg. 25-30). Dalla segmentazione ineguale risulta la gastrea a berretto (*amphigastrula*, tav. II, figg. 11 e 17); dalla segmentazione discoide risulta la gastrula a disco (*discogastrula*, tav. III, fig. 24); dalla segmentazione superficiale si sviluppa la gastrula vescicolare (*perigastrula*, tav. III, fig. 29). Nei vertebrati, che specialmente ci interessano, quest'ultima forma non si presenta nemmeno; questa è invece la più comune negli artropodi (crostacei, ragni, insetti, ecc.). I mammiferi e gli anfibii possiedono la segmentazione ineguale e l'amfigastrula; così pure i ganoidi ed i ciclostomi (lamprede e mixine). Per contro noi troviamo nel più dei pesci ed in tutti i rettili ed uccelli la segmentazione discoide e la discogastrula (cfr. la tabella III).

Di gran lunga il più importante dei processi che determinano le diverse forme cenogenetiche di gastrulazione è la *mutata nutrizione dell'uovo* e l'accumulamento di *vitello nutritivo* nella cellula-uovo. Sotto questo concetto noi comprendiamo diverse sostanze chimiche (sopratutto granuli di corpi albuminoidi e grassi) che servono esclusivamente come materiale di nutrizione per l'embrione. Poichè l'embrione dei metazoi nei primi tempi del suo sviluppo non è ancora in grado di provvedersi da sè il suo nutrimento e con esso costituire il corpo animale, il necessario materiale deve già essere immagazzinato nella cellula-uovo. Perciò noi distinguiamo in generale nelle uova come due elementi principali l'attivo *vitello di formazione* (*protoplasma* o *vitellus formativus*) ed il passivo *vitello di nutrizione* (*deutoplasma* o *vitellus nutritivus* chiamato anche inesattamente « tuorlo », *lecithus*). Nelle piccole uova palingenetiche delle quali abbiamo precedentemente esaminato la segmentazione, i granuli vitellini sono così piccoli e così uniformemente distribuiti nel protoplasma della cellula-uovo che il regolare ripetersi della divisione di essa non ne resta influenzato. Invece nella grande maggioranza delle uova animali la quantità della provvista di tuorlo è più o meno ragguardevole ed esso è accumulato in una determinata parte della cellula-uovo cosicchè già nell'uovo non ancor fecondato si può nettamente distinguere questo « deposito di provviste » dal vitello di formazione. Per solito si presenta allora un differenziamento polare nella cellula per modo che in essa si può distinguere un asse principale e che il vitello di formazione (colla vescicola germinativa) si accumula ad un polo di questo asse, il vitello di nutrizione invece al polo opposto; il primo si chiama allora *polo animale*, il secondo *polo vegetale* dell'asse dell'uovo.

In simili « uova telolecitiche » (p. es. nei ciclostomi ed anfibii, tav. II, figg. 7-11) la gastrulazione segue allora generalmente in tal guisa che nella ripetuta divisione dell'uovo fecondato la metà animale (che per solito è la superiore) si divide più rapidamente che non la vegetale (inferiore). Le contrazioni del protoplasma attivo che determinano la ripetuta divisione cellulare trovano nella metà inferiore vegetativa maggior resistenza, in causa del passivo deutoplasma, che non nella metà superiore animale. Perciò nell'ultima noi troviamo cellule più numerose ma più piccole, nella prima più poche ma più grandi. Le cellule animali forniscono il foglietto germinativo esterno, le vegetali l'interno.

Sebbene questa « segmentazione ineguale » dei ciclostomi, ganoidi ed anfibii si

distingua a colpo d'occhio dall'originaria « segmentazione eguale » (p. es. della *Monoxenia*, fig. 29), i due modi di gastrulazione hanno questo di comune che il processo di divisione interessa permanentemente *tutta* la cellula-uovo; il Remak li comprese perciò sotto il nome di *segmentazione totale*, chiamando *oloblastiche* le uova in discorso. La cosa va altrimenti nel secondo gruppo di uova che egli contrappose alle prime come uova *meroblastiche;* a queste appartengono le grosse e note uova degli uccelli e dei rettili come pure quelle del più dei pesci. La pigra massa del passivo vitello di nutrizione diviene qui tanto grande che le contrazioni protoplasmatiche dell'attivo vitello di formazione non possono più comandare la sua divisione. Perciò segue solo una *segmentazione parziale*. Mentre il protoplasma nel territorio animale della cellula-uovo per vivace moltiplicazione dei nuclei seguita a dividersi, il deutoplasma nel territorio vegetale rimane più o meno indiviso; esso viene semplicemente consumato come materiale di nutrizione dalle cellule in via di formazione. Quanto maggiore è la massa di provviste accumulate tanto più il processo di segmentazione appare localizzato. Tuttavia esso può ancora durare molto tempo (persino dopo che la gastrulazione è più o meno compiuta) pel fatto che i nuclei cellulari sparsi nel deutoplasma vegetativo si moltiplicano lentamente per scissione; ognuno di essi essendo avvolto in una piccola quantità di protoplasma, può in seguito appropriarsi una porzione di vitello nutritivo e così formare una vera « cellula vitellina » (merociti). Se questa formazione di cellule vegetative si prosegue ancora per molto tempo dopo che i due foglietti germinativi primari si sono già differenziati, il processo piglia il nome di « postsegmentazione » (Waldeyer).

Le uova meroblastiche (tav. III) si trovano unicamente negli animali più grandi e più altamente sviluppati e solo in quelli in cui l'embrione pel suo sviluppo all'interno degli invogli dell'uovo richiede molto tempo e ricco nutrimento. Secondo che il vitello di nutrizione è accumulato centralmente nell'interno dell'uovo oppure eccentricamente, verso un lato di esso, noi distinguiamo due gruppi di uova meroblastiche, cioè le periblastiche e le discoblastiche. Nelle prime, nelle uova *periblastiche*, il vitello di nutrizione è incluso centralmente nell'interno della cellula-uovo (perciò esse sono anche dette « uova centrolecitiche »); esso è involto come da una vescica dal vitello di formazione e perciò vi ha una segmentazione superficiale; questa si trova nel tipo degli artropodi, nei crostacei, aracnidi, insetti, ecc. (tav. III, figg. 25-30). Nelle uova *discoblastiche* invece il vitello di nutrizione si accumula unilateralmente, al polo vegetale od inferiore dell'asse verticale dell'uovo, mentre al polo superiore od animale giace il nucleo dell'uovo e la massa principale del vitello di formazione (perciò tali uova sono anche dette telolecitiche). Qui la segmentazione incomincia al polo superiore e conduce alla formazione di un disco germinativo dorsale. Tale è il caso in tutti i vertebrati meroblastici, nel più dei pesci, nei rettili ed uccelli e nei mammiferi ovipari (monotremi).

La *gastrulazione delle uova discoblastiche*, che ci interessa più dappresso, presenta alla ricerca microscopica ed ai concetti unitari straordinarie difficoltà. Sole han potuto sorpassarle le ricerche di ontogenesi *comparata* instituite da molti segnalati osservatori durante l'ultimo decennio, sopratutto dai fratelli Hertwig, da Rabl, Kuppfer, Selenka, Rückert, Goëtte, Rauber, ed altri. Queste ricerche profonde ed accurate, condotte coll'aiuto della perfezionata tecnica moderna (metodo della colorazione e delle sezioni) hanno confermato nel modo più soddisfacente le vedute che io già nel 1875 nel mio opuscolo sopra *La gastrula e la segmentazione dell'uovo* avevo esposte. Poichè il

comprendere chiaramente questi concetti basati sulla filogenesi è cosa di fondamentale importanza non solo per la storia dell'evoluzione in generale, ma anche in particolare per l'antropogenia, così io mi permetto qui ancora una volta di riassumerli brevemente con speciale rispetto al tipo dei vertebrati.

1. Tutti i vertebrati, l'uomo compreso, sono filogeneticamente affini, membri di un unico tipo naturale; 2. Perciò anche i fondamenti ontogenetici del loro sviluppo individuale devono essere filogeneticamente connessi; 3. Poichè la gastrulazione dell'*Amphioxus* ci mostra la più semplice condizione della forma originaria, palingenetica, quella dei rimanenti vertebrati deve potersi far derivare dalla prima; 4. Le modificazioni cenogenetiche di questi ultimi devono essere tanto più importanti quanto maggiore è la quantità di vitello di nutrizione che si accumula nell'uovo; 5. Sebbene la massa del vitello di nutrizione possa nelle uova dei vertebrati discoblastici diventare molto grande, tuttavia in tutti i casi dalla morula risulta una blastula come nelle uova oloblastiche; 6. Parimente in tutti i casi dalla blastula nasce per invaginazione la gastrula; 7. La cavità che si forma nell'embrione per causa di questa invaginazione è in tutti i casi l'intestino primitivo (*progaster*) e la sua apertura è sempre la bocca primitiva (*prostoma*); 8. Il vitello di nutrizione, non monta se grande o piccolo, giace sempre nella parete ventrale dell'intestino primitivo, le cellule che in seguito (per postsegmentazione) possono prodursi in esso (merociti) appartengono pure al foglietto germinativo interno od entoblasto, tanto come le cellule che includono direttamente la cavità progastrica; 9. La bocca primitiva, che in origine giace inferiormente al polo basale dell'asse verticale dell'uovo, viene dall'accrescimento del tuorlo respinta allo indietro e poi all'insù, al lato dorsale dell'embrione; l'asse verticale dell'intestino primitivo ne viene gradatamente spinto verso la posizione orizzontale; 10. La bocca primitiva in tutti i vertebrati presto o tardi si occlude e non si converte nell'apertura boccale definitiva; piuttosto il margine della bocca primitiva, il « properistoma » corrisponde alla futura apertura anale. Da questo punto importantissimo prende poi le mosse la formazione del foglietto germinativo mediano, che di qui prende ad accrescersi fra i due foglietti germinativi primari.

Le estese ricerche comparative dei summentovati osservatori hanno mostrato infine che nei vertebrati superiori discoblastici (le tre classi degli amnioti) la « *bocca primitiva* » del disco germinativo, tanto invano cercata, si trova dappertutto al margine posteriore di esso e non è altro che il « solco primitivo » che da tanto tempo si conosceva. È questo un solco collocato sulla faccia dorsale inferiore della gastrula discoide che prima erroneamente era stato scambiato colla parte posteriore del tubo midollare. Certamente esso sta per un certo tempo in diretta comunicazione con questo (per mezzo del *canalis neuroentericus*, di cui parleremo più oltre; ma primitivamente esso ne è affatto differente per origine e significazione. I due rilievi longitudinali paralleli che limitano questo stretto « solco primitivo » collocato nella linea mediana sono le due labbra del prostoma, il labbro destro ed il labbro sinistro. La bocca primitiva, che originariamente (nei vertebrati oloblastici) è una piccola apertura rotonda, muta così (in seguito al crescente accumularsi del vitello di nutrizione ed alla conseguente distensione della parete ventrale dello intestino primitivo) non solo la sua posizione e direzione ma anche la sua figura ed estensione. Essa si cambia dapprima in una fessura trasversale a mo' di falce (solco falciforme) nella quale noi distinguiamo un labbro prostomale ventrale (inferiore) ed uno dorsale (superiore). La larga fessura trasversale però si fa presto più stretta e si cambia in una fessura longitudinale (simile

ad un « labbro leporino ») pel fatto che la metà destra e la sinistra del « solco falciforme » (cosidette « corna della falce ») si accorciano e la parte mediana si allunga anteriormente mentre le due metà del labbro superiore dorsale crescono all'innanzi; queste ultime venendo infine a toccarsi nella linea mediana formano l'importante « linea primitiva ».

La gastrulazione si può dunque in tutti i vertebrati ricondurre ad uno stesso processo. Così pure anche le diverse forme che essa presenta nei metazoi invertebrati si possono sempre ridurre ad una di quelle quattro forme capitali della segmentazione. Riguardo alla distinzione della segmentazione totale e parziale il rapporto reciproco fra le quattro forme di segmentazione si presenta nel modo seguente:

I. Segmentazione palingenetica (primitiva)	1. Segmentazione eguale (gastrula campanulata)	A. Segmentazione totale (senza vitello nutritivo indipendente).
II. Segmentazione cenogenetica (modificata per adattamento)	2. Segmentazione ineguale (gastrula a berretto)	
	3. Segmentazione discoide (gastrula discoide)	B. Segmentazione parziale (con vitello nutritivo indipendente).
	4. Segmentazione superficiale (gastrula vescicolare)	

I più bassi metazoi che ci sian noti, cioè gli infimi zoofiti (spugne, semplicissimi polipi, ecc.), rimangono per tutta la vita in uno stato che pochissimo differisce dalla gastrula; tutto il loro corpo non è composto che da due strati cellulari o foglietti. Questo fatto è di straordinaria importanza. Infatti noi vediamo che l'uomo, come in generale ogni vertebrato, attraversa rapidamente uno stadio evolutivo a due foglietti che in quegli infimi zoofiti si conserva per tutta la vita. Se noi qui applichiamo nuovamente la nostra legge biogenetica fondamentale, noi arriviamo subito a questa importantissima conclusione: « *L'uomo e tutti gli altri animali, che nel primo periodo del loro sviluppo individuale attraversano uno stadio evolutivo a due foglietti, cioè una forma gastrulare, devono discendere da un remotissimo stipite il cui intero corpo non risultava per tutta la vita che da due diversi strati cellulari o foglietti germinativi* (*come avviene ancora oggidì negli infimi zoofiti*) ». Questa antichissima forma-stipite, sulla quale ci fermeremo a lungo più oltre, la chiameremo provvisoriamente gastrea (cioè animale con intestino primitivo) (24).

Secondo questa *teoria della gastrea* vi è *un organo* che in tutti gli animali multicellulari ha primitivamente lo stesso valore morfologico e fisiologico: l'*intestino primitivo;* e parimente anche i due foglietti germinativi primarii che formano la parete dell'intestino primitivo debbono essere dappertutto tenuti per equivalenti od *omologhi.* Quest'importante « *omologia dei due foglietti germinativi primarii* » viene da una parte dimostrata dal fatto che dovunque la gastrula si forma nella stessa guisa, cioè per invaginazione della blastula, e d'altra parte da ciò che dovunque dai due foglietti germinativi primarii prendono origine gli stessi organi fondamentali. Dovunque il foglietto germinativo esterno od *animale*, il *foglio cutaneo* od *esoderma,* forma i più importanti organi della vita animale: integumento, sistema nerveo, organi dei sensi, ecc. Per contro nascono dal foglietto germinativo interno, o foglietto *vegetale*, dal foglio *intestinale* od *entoderma*, i più importanti organi della vita vegetativa: gli organi della nutrizione, digestione, circolazione, ecc.

In quegli infimi zoofiti il cui intero corpo rimane per tutta la vita allo stadio evolutivo a due foglietti, nei gastreadi, nelle più semplici spugne (Olynthus) e polipi (Hydra) anche questi due gruppi di funzioni, le funzioni animali e le vegetative, rimangono nettamente distribuiti fra quei due semplici foglietti germinativi primarii. Per tutta la

vita il foglietto germinativo esterno od *animale* conserva qui il semplice significato di una copertura avvolgente (od epidermide) e compie in pari tempo i movimenti e le sensazioni del corpo. Per contro lo strato cellulare interno o foglietto germinativo *vegetale* ha per tutta la vita il semplice significato di un epitelio intestinale, di uno strato nutrizio di cellule intestinali ed inoltre fornisce spesso ancora le cellule riproduttive (40).

Il più noto di questi *gastreadi* od « *animali gastruliformi* » è il comune polipo d'acqua dolce (*Hydra*). È vero che questo semplicissimo fra tutti i cnidari possiede anche una corona di tentacoli che circondano la bocca. Inoltre il foglietto germinativo esterno è già istologicamente alquanto differenziato. Ma queste aggiunte non sono nate che secondariamente e il foglietto germinativo interno è rimasto un semplicissimo strato cellulare. Essenzialmente anche l'idra ha conservato fedelmente fino ad oggi per tenace eredità la semplice forma corporea della nostra antichissima progenitrice, la *gastrea* (cfr. la XIX conferenza).

In tutti gli altri animali, e segnatamente in tutti i vertebrati, la gastrula non appare che come un fuggitivo strato embrionale. Qui lo stadio bifoliato dell'abbozzo embrionale si cambia dapprima in uno stadio tri- poi quadrifoliato. La formazione di *quattro foglietti germinativi sovrapposti* ci fornisce già una nuova base solida e sicura dalla quale noi potremo giudicare e seguire gli ulteriori, molto più difficili e complicati, processi di evoluzione (X confer. *Teoria del celoma*).

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE II e III.

Segmentazione e gastrulazione.

Le tavole II e III sono destinate a spiegare con sezioni schematiche le più importanti differenze nella segmentazione e gastrulazione degli animali. La tav. II mostra *uova oloblastiche* (con segmentazione totale), la tav. III *uova meroblastiche* (con segmentazione parziale). La metà animale dell'uovo (esoderma) è segnata con tinta grigia, la metà vegetale (entoderma col vitello nutritivo) con tinta rossa. Il vitello nutritivo è segnato con strie verticali. Tutte le sezioni sono sezioni meridiane verticali (attraverso all'asse progastrico). Le lettere significano dappertutto lo stesso: *c*) Cellula-stipite (*cytula*); *f*) Cellule di segmentazione (*segmentella* o *blastomera*); *m*) Embrione moriforme (*morula*); *b*) Embrione vescicolare (*blastula*); *g*) Embrione a bicchiere (*gastrula*); *s*) Cavità di segmentazione (*blastocoelon*); *d*) Cavità gastrica primitiva (*progaster*); *o*) Bocca primitiva (*prostoma*); *n*) vitello di nutrizione (*lecithus*); *i*) Foglietto intestinale (*entoderma*); *e*) foglietto cutaneo (*exoderma*).

Figg. 1-6. Segmentazione eguale di un metazoo inferiore (*Sagitta*, *Ascidia*). — Fig. 1, Cellula-stipite (*cytula*); fig. 2, Stadio di segmentazione con quattro cellule; fig. 3, Germe a mora (*morula*); fig. 4, Germe vescicolare (*blastula*); fig. 5, Lo stesso in invaginazione (*depula*); fig. 6, Gastrula campanulata (*archigastrula*).

Figg. 7-11. Segmentazione ineguale di un anfibio (rana). — Fig. 7, Cellula-stipite (*cytula*); fig. 8, Stadio con quattro cellule di segmentazione; fig. 9, Germe moriforme (*morula*); fig. 10, Germe vescicolare (*blastula*); fig. 11, Gastrula a berretto (*amphigastrula*).

Figg. 12-17. Segmentazione ineguale di un mammifero (coniglio). — Fig. 12, Cellula-stipite (*cytula*); fig. 13, Stadio con due cellule di segmentazione (*e*, cellula-madre dell'esoderma; *i*, cellula-madre dell'entoderma); fig. 14, Stadio con quattro cellule di segmentazione; fig. 15, Invaginazione incipiente della blastula; fig. 16, Invaginazione più inoltrata; fig. 17, Gastrula a berretto (*amphigastrula*).

Figg. 18-24. Segmentazione discoidale di un pesce teleosteo (*Labrus Cottus?*); la massima parte del vitello nutritivo è omessa (cfr. figg. 54-59 nella IX conferenza). — Fig. 18, Cellula-stipite (*cytula*); fig. 19, Stadio di segmentazione con due cellule; fig. 20, Stadio di segmentazione con 32 cellule; fig. 21, Germe moriforme (*morula*); fig. 22, Germe vescicolare (*blastula*); fig. 23, Lo stesso in via di invaginazione (*depula*); fig. 24, Gastrula discoide (*discogastrula*).

Figg. 25-30. — Segmentazione superficiale d'un crostaceo (*Peneus*). — Fig. 25, Cellula-stipite (*cytula*); fig. 26, Stadio di segmentazione con otto cellule (solo quattro sono visibili); fig. 27, Stadio di segmentazione con 32 cellule; fig. 28, Germe moriforme (*morula*) e nello stesso tempo germe vescicolare (*blastula*); fig. 29, Gastrula vescicolare (*perigastrula*); fig. 30, Passaggio della perigastrula all'embrione-nauplius; davanti all'intestino primitivo (*d*) si è formata per invaginazione dall'esterno la cavità faringea.

(Cfr. le seguenti tabelle III-VI).

TERZA TABELLA

Specchio delle più importanti differenze nella segmentazione e gastrulazione degli animali.

I tipi animali sono designati dalle lettere a-g: a) *Zoofiti;* b) *Vermi;* c) *Molluschi;* d) *Echinodermi;* e) *Artropodi;* f) *Tunicati;* g) *Vertebrati.*

I. **Segmentazione totale** (Segmentatio totalis) Uova oloblastiche	**I. Segmentazione primitiva** (Segmentatio aequalis) Uova archiblastiche **Gastrula campanulata** (Archigastrula) Tav. II, figg. 1-6	*a*) Molti zoofiti inferiori (spugne, idropolipi, meduse, coralli inferiori). *b*) Molti vermi inferiori (*Sagitta, Phoronis,* molti nematodi, ecc., *Terebratula, Argiope, Pisidium*). *c*) Alcuni molluschi inferiori. *d*) Molti echinodermi. *e*) Pochi artropodi inferiori (alcuni branchiopodi, copepodi, tardigradi, pteromalini. *f*) Molti tunicati. *g*) Gli acranii (*Amphioxus*).
Gastrula **senza vitello nutritivo differenziato** (Hologastrula)	**II Segmentazione ineguale** (Segmentatio inaequalis) Uova anfiblastiche **Gastrula a berretto** (Amphigastrula) Tav. II, figg. 7-17	*a*) Molti zoofiti (molte spugne, meduse, coralli, sifonofori, ctenofori). *b*) Il più dei vermi. *c*) Il più dei molluschi. *d*) Molti echinodermi (specie vivipare ed alcune altre). *e*) Alcuni artropodi inferiori (tanto crostacei che tracheati). *f*) Molti tunicati. *g*) Ciclostomi, ganoidi, anfibii, mammiferi (esclusi i monotremi).
II **Segmentazione parziale** (Segmentatio partialis) Uova meroblastiche	**III. Segmentazione discoide** (Segmentatio discoidalis) Uova discoblastiche **Gastrula discoide** (Discogastrula) Tav. III, figg. 18-24	*c*) Cefalopodi. *e*) Parecchi artropodi, onisci, scorpioni ed altri. *g*) Selaci, teleostei, rettili, uccelli, e monotremi.
Gastrula **con vitello nutritivo differenziato** (Merogastrula)	**IV. Segmentazione superficiale** (Segmentatio superficialis) Uova periblastiche **Gastrula vescicolare** (Perigastrula) Tav. III, figg. 25-30	*e*) La gran maggioranza degli artropodi (crostacei, miriapodi, aracnidi, insetti).

QUARTA TABELLA

Specchio dei quattro primi stadii embriogenetici degli animali avuto riguardo alle quattro diverse forme principali di segmentazione.

A. SEGMENTAZIONE TOTALE (*Segmentatio totalis*)		**B.** SEGMENTAZIONE PARZIALE (*Segmentatio partialis*)	
a) Segmentazione primordiale	*b*) Segmentazione ineguale	c) Segmentazione discoidale	*d*) Segmentazione superficiale
Esempi: *Monoxenia, Sagitta, Amphioxus.*	**Esempi:** *Ciclostomi, anfibii, mammiferi.*	**Esempi:** *Pesci, rettili, uccelli.*	**Esempi:** *Crostacei, aracnidi, insetti.*
I *a*) Archicytula (Citula archiblastica) (Tav. II, fig. 1) Una semplice cellula in cui il vitello formativo ed il vitello nutritivo non sono separati	**I *b*) Amphicytula** (Citula anfiblastica) (Tav. II, figg. 7 e 12) Una cellula uniasse con vitello formativo al polo animale e nutritivo al vegetale, entrambi non bene differenziati	**I *c*) Discocytula** (Citula discoblastica) (Tav. III, fig. 18) Una grandissima cellula uniasse con vitello formativo al polo animale e nutritivo al vegetale, entrambi ben differenziati	**I *d*) Pericytula** (Citula periblastica) (Tav. III, fig. 25) Una grossa cellula con vitello formativo alla periferia e nutritivo al centro
II *a*) Archimorula (Tav. II, fig. 3) Un cumulo solido generalmente sferico di cellule affatto omogenee	**II *b*) Amphimorula** (Tav. II, fig. 9) Un cumulo rotondo formato da due sorta di cellule, più piccole al polo animale, più grosse al vegetale	**II *c*) Discomorula** (Tav. III, fig. 21) Un disco piatto composto di cellule omogenee, sul polo animale del vitello di nutrizione	**II *d*) Perimorula** (Tav. III, fig. 27) Una vescica chiusa; uno strato di cellule include tutto il vitello nutritivo centrale che racchiude nuclei in via di scissione
III *a*) Archiblastula (Tav. II, fig. 4) Una vescica cava generalmente sferica, la cui parete risulta da un solo strato di cellule omogenee	**III *b*) Amphiblastula** (Tav. II, fig. 10) Una vescica tondeggiante, la cui parete risulta al polo animale da piccole cellule, al vegetale da grosse cellule	**III *c*) Discoblastula** (Tav. III, fig. 22) Una vescica tondeggiante di cui l'emisfero minore risulta dalle cellule di segmentazione, il maggiore dal vitello di nutrizione	**III *d*) Periblastula** (Tav. III, fig. 28) Una vescica chiusa; uno strato di cellule racchiude tutto il vitello nutritivo centrale; tutti i nuclei sono portati alla superficie
IV *a*) Archigastrula (Gastrula campanulata) (Tav. II, fig. 6) (Figg. 30-36) Cavità progastrica vuota, senza vitello di nutrizione. Foglietti germinativi primarii ad un solo strato	**IV *b*) Amphigastrula** (Gastrula a berretto) (Tav. II, figg. 11, 17) (Figg. 44, 48) Cavità progastrica in parte riempita da vitello nutritivo segmentato. Foglietti germinativi spesso a molti strati	**IV *c*) Discogastrula** (Gastrula discoide) (Tav. III, fig. 24) (Figg. 54-59) Cavità progastrica piena di vitello nutritivo segmentato. Disco germinativo piatto	**IV *d*) Perigastrula** (Gastrula vescicolare) (Tav. III, fig. 29) Cavità di segmentazione piena di vitello nutritivo non segmentato. Intestino primitivo (*progaster*) superficiale

QUINTA TABELLA

Specchio delle più importanti variazioni nel ritmo della segmentazione.

Solo la prima colonna (Sagitta) *mostra il ritmo originario, palingenetico, di segmentazione in progressione geometrica regolare. Tutte le altre colonne mostrano modificazioni derivate, cenogenetiche.* c) *Citula;* s) *Cellule di segmentazione;* e) *Cellule esodermiche;* i) *Cellule entodermiche.*

I. CHETOGNATO (*Sagitta*)	II. ANFIBIO (*Rana*)	III. MAMMIFERO (*Coniglio*)	IV. GASTROPODO (*Trochus*)	V. VERME (*Fabricia*)	VI. VERME (*Cyclogena*)
1 *c*	**1** *c*	**1** *c*	**1** *c*	**1** *c*	**1** *c*
2 *s*	**2** *s*	**2** *s* (1 *e* + 1 *i*)	**2** *s*	**2** *s* (1 *e* + 1 *i*)	**2** *s* (1 *e* + 1 *i*)
4 *s*	**4** *s*	**4** *s* (2 *e* + 2 *i*)	**4** *s*	**3** *s* (2 *e* + 1 *i*)	**3** *s* (2 *e* + 1 *i*)
8 *s*	**8** *s* (4 *e* + 4 *i*)	**8** *s* (4 *e* + 4 *i*)	**8** *s* (4 *e* + 4 *i*)	**5** *s* (4 *e* + 1 *i*)	**4** *s* (3 *e* + 1 *i*)
	12 *s* (8 *e* + 4 *i*)	**12** *s* (8 *e* + 4 *i*)	**12** *s* (8 *e* + 4 *i*)	**6** *s* (4 *e* + 2 *i*)	**5** *s* (4 *e* + 1 *i*)
16 *s*	**16** *s* (8 *e* + 8 *i*)	**16** *s* (8 *e* + 8 *i*)	**20** *s* (16 *e* + 4 *i*)	**10** *s* (8 *e* + 2 *i*)	**6** *s* (5 *e* + 1 *i*)
	24 *s* (16 *e* + 8 *i*)	**24** *s* (16 *e* + 8 *i*)	**24** *s* (16 *e* + 8 *i*)	**11** *s* (8 *e* + 3 *i*)	**7** *s* (6 *e* + 1 *i*)
32 *s*	**32** *s* (16 *e* + 16 *i*)	**32** *s* (16 *e* + 16 *i*)	**40** *s* (32 *e* + 8 *i*)	**19** *s* (16 *e* + 3 *i*)	**8** *s* (7 *e* + 1 *i*)
	48 *s* (32 *e* + 16 *i*)	**48** *s* (32 *e* + 16 *i*)	**44** *s* (32 *e* + 12 *i*)	**21** *s* (16 *e* + 5 *i*)	**9** *s* (8 *e* + 1 *i*)
64 *s* (32 *e* + 32 *i*)	**64** *s* (32 *e* + 32 *i*)	**64** *s* (32 *e* + 32 *i*)	**76** *s* (64 *e* + 12 *i*)	**37** *s* (32 *e* + 5 *i*)	**10** *s* (9 *e* + 1 *i*)
	96 *s* (64 *e* + 32 *i*)	**96** *s* (64 *e* + 32 *i*)	**84** *s* (64 *e* + 20 *i*)	**38** *s* (32 *e* + 6 *i*)	
128 *s* (64 *s* + 64 *i*)	**160** *s* (128 *e* + 33 *i*)		**148** *s* (128 *e* + 20 *i*)	**70** *s* (64 *e* + 6 *i*)	

NONA CONFERENZA

La gastrulazione dei Vertebrati.

« È chiaro che i primi processi embriogenetici dei mammiferi, ed anzitutto la loro segmentazione e gastrulazione, non avvengono per nulla (come erroneamente si credeva finora) in una forma molto semplice e primitiva, ma invece in una forma molto modificata, contratta ed abbreviata. L'*embriogenesi dei mammiferi è molto modificata cenogeneticamente,* più che in tutti gli altri vertebrati. La loro forma embrionale anfiblastica è verosimilmente nata per *regressione del vitello nutritivo* dalla forma embrionale discoblastica dei loro antenati ».

Gastrulazione dei mammiferi (1877).

**Vertebrati oloblastici: Acranii, ciclostomi, anfibii, mammiferi.
Vertebrati meroblastici: Pesci, rettili, uccelli. — Archigastrula dell'Amphioxus.
Anfigastrula dei ciclostomi ed anfibii. — Discogastrula dei pesci, uccelli e rettili. — Epigastrula dei mammiferi.**

Contenuto della nona Conferenza.

Unità filogenetica del tipo dei vertebrati. — Unità ontogenetica della sua gastrulazione. — Relazioni storiche fra i vertebrati oloblastici e meroblastici. — Segmentazione ineguale ed anfigastrula degli anfibii (dei batraci anuri e delle salamandre caudate). — Loro cavità di segmentazione (blastocelo) e loro cavità progastrica (cavità digerente del Rusconi). — Derivazione della segmentazione parziale dalla totale. — Teleostei pelagici con piccolo vitello di nutrizione e selaci con grande vitello di nutrizione. — Epigastrula (o gastrula discoide a bocca ristretta) degli amnioti. — L'uovo di gallina e il suo grande vitello di nutrizione. — Gastrulazione discoidale dei sauropsidi (rettili ed uccelli) e dei monotremi. — Il solco primitivo dell'embrione degli amnioti e la bocca primitiva della loro gastrula discoide. — Regressione filogenetica del vitello di nutrizione presso i mammiferi. — Mammiferi ovipari e vivipari. — Gastrulazione della sariga e del coniglio. — Segmentazione superficiale degli artropodi.

Bibliografia.

Ernst Haeckel, *Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere*, 1875 (*Jena. Zeitschr. für Naturw.*, vol. IX). — *Gastrulation der Säugethiere*, 1877 (*Ibidem*, vol. XI).

Francis Balfour, *A Treatise on comparative Embryology*, 1880, vol. II.

Berthold Hatschek, *Studien über Entwickelung des Amphioxus*, 1881.

Johannes Rückert, *Zur Keimblattbildung bei Selachiern*, 1885-1889 (inoltre nell'anno II e IV dello *Anatom. Anzieger*).

C. Kupffer, *Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbelthiere, und die Bedeutung des Primitiv-Streifs*, 1882-1887 (*Archiv für Anat. und Physiol.*).

Alexander Goette, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere*, 1875-1890.

A. Rauber, *Die erste Entwickelung des Kaninchens. Primitivrinne und Urmund. Ueber die Stellung des Hühnchens im Entwickelungsplan, ecc.*, 1875-1883.

Eduard Van Beneden, *Recherches sur l'embryologie des mammifères, ecc.*, 1880-1886.

Emil Selenka, *Studien über Entwickelungsgeschichte der Thiere*, 1883-1887 (*Säugethiere*).

Carl Rabl, *Theorie des Mesoderms*, 1889 (*Gastrulation der Vertebraten*, pagg. 155-175). *Morphol. Jahrbuch*, vol. XV.

IX.

Signori!

Gli importantissimi processi della gastrulazione, della segmentazione e della formazione dei foglietti germinativi mostrano nelle diverse classi del tipo dei vertebrati differenze molto spiccate. Solo l'infimo vertebrato, l'*Amphioxus*, presenta ancora oggidì la pura forma originaria di quei processi, la gastrulazione *palingenetica* che noi abbiamo studiato nella conferenza precedente e che conduce alla formazione dell'*Archigastrula* (fig. 38, pag. 121). In tutti gli altri vertebrati dell'epoca presente quei fondamentali processi embriogenetici sono più o meno alterati e modificati dall'adattamento alle condizioni dello sviluppo embrionale (sopratutto dallo svilupparsi e trasformarsi del vitello di nutrizione); essi mostrano diverse forme *cenogenetiche* di formazione dei foglietti e perciò si sviluppano passando per una *metagastrula*. A loro volta però le singole classi si comportano fra di loro in modo diversissimo. Per riconoscere l'unità dei fenomeni malgrado queste molteplici differenze e per comprendere il loro nesso storico è assolutamente necessario di aver sempre presente l'*unità del tipo dei vertebrati*. Quest' « unità filogenetica », che io per primo ho svolto sistematicamente nel 1866 nella mia *Morfologia generale* (II, p. CXVI-CLX), è ora generalmente ammessa. Tutti i zoologi competenti sono ora unanimi nell'opinione che tutti i vertebrati, dall'*Amphioxus* e dai pesci su fino alle scimmie ed all'uomo, discendono originariamente da uno stipite comune, da un « protovertebrato ». Perciò anche i processi ontogenetici mediante i quali si forma ogni singolo individuo vertebrato devono originariamente potersi derivare da una forma primitiva comune di embriogenesi, e questa forma l'abbiamo ancora oggidì indubbiamente nell'ontogenesi dell'*Amphioxus*.

Per conseguenza il nostro primo cômpito dovrà essere quello di comparare criticamente le diverse forme di gastrulazione dei vertebrati e di ricavarle filogeneticamente da quella dell'*Amphioxus*. Osservate esternamente, esse si dividono dapprima in due gruppi: i ciclostomi, ganoidi, anfibii e mammiferi hanno uova *oloblastiche* con segmentazione totale ineguale; per contro il più dei pesci, i rettili, uccelli e monotremi hanno uova *meroblastiche* con segmentazione parziale discoide. Però una più esatta comparazione critica ci mostrerà che quei due gruppi non rappresentano unità naturali e che sussistono intricatissimi rapporti storici fra le loro singole divisioni. Questi sono stati elucidati recentemente nel modo più chiaro da Carlo Rabl nella sua ingegnosa *Teoria del mesoderma* (1889); più tardi (nella XII conferenza) ritorneremo su ciò. Per comprenderli chiaramente noi dobbiamo anzitutto considerare più dappresso le singole modificazioni della gastrulazione in quelle classi. Cominciamo da quella dei ciclostomi ed anfibii.

Il materiale più accessibile ed adatto ce lo forniscono qui le uova dei nostri indigeni anfibii, delle anure rane e rospi come pure delle caudate salamandre. In primavera negli stagni e nelle pozzanghere esse si possono trovare dappertutto in gran

quantità, ed un accurato esame delle uova colla lente basta per ben comprendere chiaramente almeno le esterne apparenze della segmentazione. Per vero quando si voglia comprendere chiaramente l'intero processo nella sua intima essenza ed afferrare la formazione dei foglietti blastodermici e della gastrula è necessario indurire accuratamente le uova delle rane e delle salamandre, condurre sezioni il più possibile sottili per mezzo del rasoio o del microtomo attraverso alle uova indurite e scrutare comparativamente nel modo più esatto le sezioni colorate sotto un potente microscopio (66).

Le uova delle rane e dei rospi hanno una figura sferica, un diametro medio di circa due millimetri e vengono deposte in gran numero in masse gelatinose che nelle rane formano grandi mucchi, nei rospi lunghi cordoni. Se noi esaminiamo minutamente queste uova opache, colorate in grigio, bruno o nerastro, noi troviamo che la loro metà superiore è più scura, l'inferiore più chiara. Il centro della prima è in parecchie specie di color nero, il centro opposto di esse di color bianco (67). Per tal modo è dato un determinato *asse* dell'uovo con due differenti poli. Per dare una chiara idea della segmentazione di queste uova nulla è più adatto che il paragone con una sfera terrestre alla cui superficie siano segnati diversi meridiani e paralleli. Infatti i limiti superficiali fra le varie cellule che nascono dalla ripetuta divisione della cellula-uovo appaiono alla superficie come profondi *solchi* e perciò l'intero processo ha ricevuto il nome di *solcatura* (59). In realtà questa cosidetta « solcatura » o segmentazione che una volta si considerava come un fenomeno tanto meraviglioso, non è altro che la solita divisione cellulare più volte ripetuta. Perciò anche le *sfere di segmentazione*, le segmentelle o blastomeri che così si formano non sono altro che vere cellule.

Ora la segmentazione ineguale che noi osserviamo nell'uovo degli anfibii è sopratutto distinta pel fatto che essa si inizia al polo superiore, più scuro (nel nostro paragone, al polo nord del nostro globo) e procede lentamente verso il polo inferiore più chiaro (il polo sud). Inoltre per tutto il corso della segmentazione l'emisfero superiore, più scuro, conserva sempre la precedenza e le sue cellule si dividono molto più vivacemente e rapidamente, perciò le cellule dell'emisfero inferiore appaiono sempre più grandi e meno numerose (67). La segmentazione della citula (fig. 40, A) comincia col formarsi di un completo solco meridiano che parte dal polo nord e termina al polo sud (B). Un'ora più tardi si forma nello stesso modo un secondo solco meridiano che taglia il primo ad angolo retto (fig. 40, C). Così l'uovo si è diviso in quattro segmenti sferici uguali. Ognuna di queste 4 prime « cellule di segmentazione » risulta da una metà superiore più scura e da una metà inferiore più chiara. Alcune ore più tardi si forma un terzo solco, perpendicolare ai due primi (fig. 40, D). Questo solco viene per solito chiamato « solco equatoriale » ma a torto, perchè esso giace a nord dell'equatore e sarebbe piuttosto da paragonare al tropico del cancro. Lo sferico uovo risulta ora di 8 cellule, 4 più piccole superiori (a nord) e 4 più grandi inferiori (a sud). Ora, ognuna delle 4 prime viene divisa da un solco meridiano che parte dal polo nord in due metà uguali, cosicchè si hanno 8 cellule superiori e 4 inferiori (fig. 40, E). Solo più tardi i quattro nuovi solchi meridiani si estendono lentamente alle cellule inferiori, cosicchè il numero delle cellule sale da 12 a 16 (F). Parallelamente al primo solco annulare orizzontale se ne forma ora un secondo, più prossimo al polo nord, che noi perciò possiamo paragonare al circolo polare artico. Così noi otteniamo 24 cellule di segmentazione, 16 superiori più piccole e scure e

8 inferiori più grandi e chiare (G). Ma presto anche queste ultime si scindono in 16 pel formarsi di un terzo cerchio parallelo nell'emisfero sud; noi abbiamo così in tutto 32 cellule (H). Ora si formano al polo nord otto nuovi solchi meridiani che dapprima tagliano solo gli scuri cerchi superiori di cellule, ma poi si estendono anche ai cerchi inferiori meridionali ed infine raggiungono il polo sud. Per tal modo noi otteniamo successivamente stadii con 40, 48 e 56, e finalmente 64 cellule (I, K), la disparità fra i due emisferi si fa però sempre maggiore. Mentre il pigro emisfero sud rimane

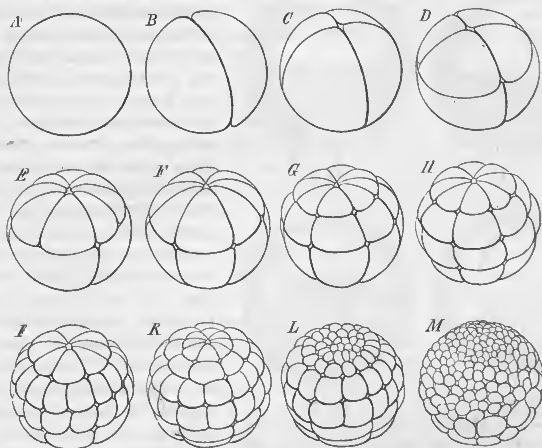


Fig. 40. — Segmentazione dell'uovo di rana (ingrandita 10 volte).

A, Citula; *B*, Le due prime cellule di segmentazione; *C*, 4 cellule; *D*, 8 cellule (4 animali e 4 vegetative); *E*, 12 cellule (8 animali e 4 vegetative); *F*, 16 cellule (8 animali e 8 vegetative); *G*, 24 cellule (16 animali e 8 vegetative); *H*, 32 cellule; *I*, 48 cellule; *K*, 64 cellule; *L*, 96 cellule di segmentazione; *M*, 160 cellule di segmentazione (128 animali e 32 vegetative).

per molto tempo con 32 cellule, il vivace emisfero nord si solca rapidamente due volte di seguito e si divide così prima in 64 poi in 128 cellule (L, M). Noi troviamo dunque ora uno stadio in cui alla superficie dell'uovo osserviamo nella metà più scura superiore 128 piccole cellule, e nella metà inferiore solo 32 grandi cellule, in tutto 160 cellule di segmentazione. La disparità dei due emisferi seguita ad accentuarsi sempre più, e mentre l'emisfero nord si disgrega in una grande quantità di piccole cellule, l'emisfero sud non risulta che da un molto minor numero di cellule di segmentazione. In ultimo le cellule superiori più scure avvolgono quasi completamente la superficie dello sferico uovo, e solo il polo sud, al centro dell'emisfero inferiore, rimane un piccolo sito circolare dal quale appaiono fuori le grandi e chiare cellule interne. Questo campo chiaro al polo sud corrisponde, come vedremo più tardi, alla *bocca primitiva* della gastrula. Tutta la massa delle più grandi e più chiare cellule interne (insieme a questo bianco campo polare) appartiene all'*entoderma* o foglietto intestinale. L'esterno involgio di cellule più scure e più piccole costituisce l'*esoderma* o foglietto cutaneo.

Questa spesso ripetuta divisione cellulare che così in forma di « solcatura o segmentazione » si può chiaramente seguire alla superficie del globo dell'uovo non si limita però a questa, ma interessa anche tutto l'interno della sfera. Le cellule si dividono dunque anche secondo superfici che corrispondono approssimativamente a superfici sferiche concentriche, più rapidamente nella metà superiore, più lentamente nella inferiore. Frattanto nell'interno del globo dell'uovo si è formata una grande cavità ripiena di liquido: la *cavità di segmentazione* o cavità embrionale (*blastocelo*, figg. 41 a 44, F ed inoltre *s* nelle sezioni a tav. II, figg. 8-11). La prima traccia di questa cavità appare in mezzo all'emisfero superiore, là dove i tre primi piani di segmentazione tra loro perpendicolari si tagliano l'un l'altro (tav. II, fig. 8, *s*). Col progredire della segmentazione essa si estende notevolmente e più tardi assume la forma quasi emisferica (fig. 41, F; tav. II, figg. 9, *s* e 10, *s*). La cupola di questa emisferica cavità di segmentazione vien formata dalle cellule più minute e nerastre del foglietto cutaneo od esoderma (fig. 41, D); invece il pavimento di essa è formato dalle cellule maggiori e bianchiccie del foglietto intestinale od entoderma (fig. 41, Z). Lo sferico embrione di rana costituisce ora una *vescica embrionale* o *blastula* modificata colla metà animale cava e la metà vegetale solida.

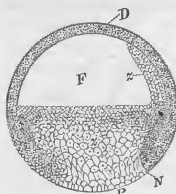


Fig. 41.

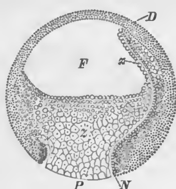


Fig. 42.

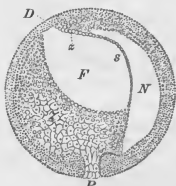


Fig. 43.

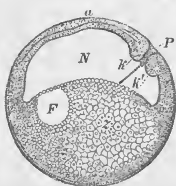


Fig. 44.

Figure 41-44. — Quattro sezioni mediane attraverso all'uovo segmentato del rospo, in quattro stadii successivi di sviluppo. Le lettere hanno dappertutto lo stesso significato.

F, Cavità di segmentazione; *D*, Sua cupula; *P*, Tappo vitellino (campo circolare bianco al polo inferiore); *Z*, cellule vitelline dell'entoderma (" germe ghiandolare " di Remak); *N*, Cavità dell'intestino primitivo (*progaster* o cavità digerente del Rusconi). La bocca primitiva (*prostoma*) è otturata dal tappo vitellino (*P*); *s*) Limite fra la cavità progastrica (*N*) e la cavità di segmentazione (*F*); *k k'*) Sezione fra il margine labiale circolare ed ispessito della bocca primitiva (o del cosidetto " ano del Rusconi "). La linea punteggiata fra *k* e *k'* indica l'antica connessione del tappo vitellino (*P*) colla massa centrale di cellule vitelline (*Z*). Nella fig. 44 l'uovo si è girato di 90°, cosicchè il dorso dell'embrione guarda all'insù; il lato ventrale è ora rivolto al basso. Da Stricker.

Ora per *invaginamento* dal polo inferiore e per divaricamento delle cellule entodermiche bianche si forma a lato della cavità di segmentazione una seconda cavità più stretta ma più allungata (figg. 41-44, N). Questa è la *cavità progastrica* o stomaco della gastrula, *progaster* od *archenteron*. Nell'uovo degli anfibii essa fu osservata per la prima volta dal Rusconi, e perciò vien detta « cavità digerente del Rusconi ». In sezione meridiana (fig. 42) essa appare incurvata a falce e va dal polo sud fin quasi al polo nord, invaginando una parte dell'interna massa di cellule entodermiche verso l'alto (tra la cavità di segmentazione F e la epidermide dorsale D). Che la cavità progastrica sia qui dapprima così stretta si deve al fatto che essa è in massima parte riempita dalle cellule vitelline dell'entoderma. Queste ostruiscono anche tutta l'ampia apertura della bocca *primitiva* e formano qui

il cosidetto « tappo vitellino » il quale alla macchia bianca circolare del polo sud viene liberamente a giorno (P). Al contorno di esso il foglietto cutaneo forma un rilievo annulare formando così il *properistoma* (od orlo della bocca primitiva) che è la più importante regione del germe (fig. 44, *k*, *k'*). Presto la cavità progastrica (N) si estende sempre più a spese della cavità di segmentazione (F) e finalmente quest'ultima scompare affatto. Solo un sottile tramezzo (fig. 43, *s*) separa le due cavità. La parte dello embrione, sotto alla quale si sviluppa la cavità progastrica, è la futura superficie dorsale (D). La cavità di segmentazione giace nella parte anteriore del corpo, il turacciolo vitellino alla parte posteriore (68); la fitta massa emisferica di cellule vitelline forma la parete centrale dell'intestino primitivo.

Collo svilupparsi dell'intestino primitivo il nostro embrione di rana ha raggiunto lo stadio di *gastrula* (tav. II, fig. 11). Ma, come vedete, questa gastrula cenogenetica dell'anfibio è molto differente dalla vera gastrula palingenetica sovra studiata (figg. 30-36). In quest'ultima, nella gastrula campanulata (*amphigastrula*) il corpo è uniasse. La cavità progastrica è vuota, la sua bocca primitiva è largamente aperta, tanto il foglietto cutaneo che il foglietto intestinale non risultano che da un solo strato di cellule. Essi sono strettamente addossati l'uno all'altro poichè la cavità di segmentazione è nel processo di invaginazione completamente scomparsa. Le cose vanno ben diversamente nella *gastrula a berretto* (*amphigastrula*) dei nostri anfibii (figg. 41-44; tav. II, fig. 11). Qui la cavità di segmentazione (F) persiste ancora per molto tempo presso alla cavità progastrica (N). Quest'ultima è in massima parte riempita di cellule vitelline e così la bocca primitiva è quasi al tutto otturata (turacciolo vitellino, P). Tanto il foglietto intestinale (*z*) che il foglietto cutaneo (*a*) risultano di più strati cellulari. Infine la forma fondamentale dell'intera gastrula non è più uniasse, ma triasse; infatti dallo sviluppo eccentrico della cavità progastrica vengono determinati i tre assi di simmetria i quali caratterizzano il corpo bilaterale degli animali superiori.

Nello svolgersi di questa gastrula a berretto noi non possiamo distinguere nettamente i due diversi stadii di morula e di blastula che vedemmo susseguirsi nella gastrula campanulata. Lo stadio di morula (tav. II, fig. 9) è tanto poco distinto da quello di blastula (fig. 10) come questo dalla gastrula (fig. 11). Ma ciò malgrado non ci sarà difficile di ricondurre tutto il processo evolutivo cenogenetico od alterato di quest'anfigastrula degli anfibii alla vera formazione palingenetica dell'archigastrula dell'*Amphioxus*.

Quest'operazione ci sarà più facile se noi oltre che alla gastrulazione degli anfibii anuri (rane e rospi), diamo anche uno sguardo a quella degli anfibii urodeli, delle salamandre. Infatti in parte di queste ultime, che solo recentemente si sono studiate più a fondo, e che filogeneticamente sono più antiche, quei processi seguono un corso più semplice e chiaro che nei primi, che da maggior tempo erano conosciuti. Specialmente le nostre comuni *salamandre d'acqua* (*Triton taeniatus*) sono un eccellente oggetto di ricerca; il loro vitello di nutrizione è molto più piccolo ed il loro vitello di formazione è molto meno intorbidato da nere cellule pigmentari che non nelle rane; inoltre la loro gastrulazione ha meglio conservato il carattere palingenetico primitivo. Dopo essere stata per la prima volta descritta (nel 1879) da Scott e Osborne, essa fu sopratutto molto esattamente studiata (nel 1881) da Oscar Hertwig, che rilevò con ragione la grande importanza che essa ha per chi voglia comprendere lo sviluppo dei vertebrati (1).

La sferica blastula del *Triton* (fig. 45) risulta nella metà inferiore vegetale da « cellule vitelline » (*dz*) o cellule entodermiche ricche di tuorlo lassamente accumulate; invece la metà superiore animale include l'emisferica cavità di segmentazione (*fh*) la cui cupola viene formata da 2-3 strati di piccole cellule esodermiche. Là dove si ha il passaggio tra queste ultime e le prime (all'equatore della sferica vescica) stà la « zona marginale » (fig. 45, *rz*). In un punto di questa zona marginale ha luogo l'invaginazione che conduce alla formazione della gastrula. L'apertura di questa invaginazione, la *bocca primitiva* (fig. 46, *u*) è una fessura trasversa orizzontale con un labbro superiore dorsale e un labbro inferiore ventrale.

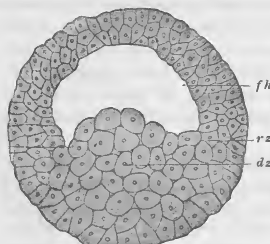


Fig. 45. — Blastula della salamandra acquaiuola (*Triton*).

fh) Cavità di segmentazione; *dz*) Cellule vitelline; *rz*) Zona marginale. Da Hertwig.

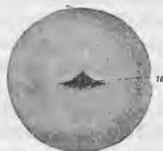


Fig. 46. — Blastula di *Triton*, veduta dal di fuori, colla fessura trasversa della bocca primitiva (*u*). Da Hertwig.

Mentre avviene l'invaginazione dell'intestino primitivo (fig. 47, *ud*) sulle prime una parte della cavità di segmentazione (fig. 47, *fh*) persiste ancora. Presto però si fa più piccola (fig. 47) ed alla fine scompare interamente. Nella gastrula compiuta

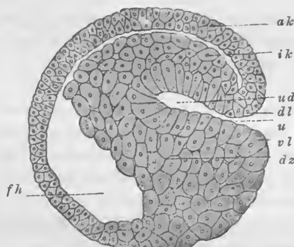


Fig. 47. — Sezione sagittale attraverso un germe a berretto (*depula*) di *Triton* (Blastula al principio della gastrulazione).

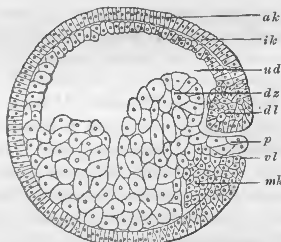


Fig. 48. — Sezione sagittale attraverso la gastrula della salamandra acquatica (*Triton*).

ak) Foglietto germinativo esterno; *ik*) Foglietto germinativo interno; *fh*) Cavità di segmentazione; *ud*) Intestino primitivo; *u*) Bocca primitiva; *dl* e *vl*) Labbro dorsale e ventrale della bocca primitiva; *dz*) Cellule vitelline; *p*) Turacciolo vitellino; *mk*) Abbozzo del foglietto germinativo medio. Da Hertwig.

(fig. 48) il foglietto germinativo esterno (*ak*) non risulta che da un semplice strato di alte cellule cilindriche. Parimente il foglietto germinativo interno (*ik*) nella sua metà superiore, dorsale, non è composto che da un unico strato di cellule; questo forma il tetto della cavità progastrica. Invece il suolo di quest'ultima, cioè la metà inferiore, ventrale, risulta di molti strati di grandi cellule vitelline (*dz*). Questa parte dell'entoderma che viene anche distinta col nome di *germe vitellino* (*lecithoblastus*) è nella salamandra acquatica molto più piccola che nella rana. Ma anche qui un

prolungamento di essa, un « turacciolo vitellino » (fig. 48, *d*) si avanza nella bocca primitiva. Al margine inspessito di quest'ultima comincia la formazione del foglietto germinativo mediano (*mk*).

Sebbene dunque l'ineguale segmentazione e gastrulazione degli anfibii presentino svariate peculiarità, è pur sempre relativamente facile ricondurle all'originaria segmentazione e gastrulazione dell'infimo vertebrato, dell'*Amphioxus;* e questa, come abbiamo visto, non si allontana che poco dalla semplicissima archigastrula della *Sagitta* e della *Monoxenia* (cfr. sopra, pag. 115, figg. 29-36). Tutte queste e molte altre classi animali concordano in ciò che nella loro segmentazione *tutto quanto l'uovo* si scinde per ripetuta divisione in un gran numero di cellule. Noi, seguendo il Remak, avevamo designate tutte queste uova animali col nome di *oloblastiche* (*holoblasta*), perchè la loro divisione in cellule è completa o *totale* (tav. II). Ma in un gran numero di altre classi animali non è più questo il caso: così, ad esempio, entro il tipo dei vertebrati negli uccelli, nei rettili e nel più dei pesci; entro il tipo degli artropodi negli insetti, nel più degli aracnidi e crostacei; entro il tipo dei molluschi nei cefalopodi. In tutti questi animali la cellula-uovo matura ed eziandio la citula che per fecondazione ne risulta sono composte ciascuna di due diversi e distinti elementi che noi abbiamo chiamato vitello formativo e vitello nutritivo (p. 123). Il solo *vitello formativo* (*vitellus formativus o morpholecithus*) è composto di *protoplasma* vivente ed è la parte *attiva*, capace di sviluppo e nucleata della cellula-uovo; esso solo nella segmentazione si divide e produce le numerose cellule dalle quali viene costrutto l'embrione. Per contro il *vitello nutritivo* (*vitellus nutritivus* o *tropholecithus*) non è che una parte *passiva* del contenuto della cellula, un incluso secondario che contiene immagazzinato del materiale nutritivo o *deutoplasma* (albumina, grasso, ecc.), formando così in certo qual modo una riserva per l'embrione in via di sviluppo. Quest'ultimo toglie da questo magazzino di viveri una quantità di materiale nutritivo, ed infine lo consuma interamente. Per tal modo il vitello di nutrizione è indirettamente molto importante per l'embriogenesi. Direttamente però esso non vi prende parte affatto; infatti esso non soggiace affatto o soggiace solo più tardi alla segmentazione e in generale non risulta di cellule. Ora il vitello nutritivo è più piccolo, ora più grande, spesso parecchie volte più grande del vitello formativo; perciò si teneva una volta il primo per più importante del secondo. Poichè l'importanza di questi due elementi è stata spesso erroneamente giudicata, si deve sempre aver ben presente che il vitello formativo non è deposto che secondariamente nella primaria cellula-uovo; esso è un incluso interno, non già un'appendice esterna di essa. Tutte le uova che possiedono un simile vitello nutritivo indipendente, le abbiamo chiamate con Remak *uova meroblastiche* (*meroblasta*); la loro segmentazione è incompleta o *parziale* (tav. III).

Il comprendere la segmentazione parziale e la singolare forma gastrulare che ne risulta presenta grandi difficoltà, che solo recentemente in seguito a ricerche *comparative* ci è riuscito di allontanare riconducendo anche questa forma cenogenetica di gastrulazione alla primitiva forma palingenetica. Ciò è ancora relativamente facile per le piccole uova meroblastiche che contengono pochissimo vitello nutritivo, così, per esempio, nelle uova pelagiche di un *teleosteo* di cui nel 1875 io studiai lo sviluppo in Ajaccio (Corsica) (tav. III, figg. 18-24). Io le trovai riunite in masse gelatinose galleggianti alla superficie del mare, e poichè queste minute uova erano completamente trasparenti io potei molto comodamente seguire passo per passo lo sviluppo dell'embrione (70). Queste uova sono sferule ialine ed incolori del diametro di poco più di un

mezzo millimetro (0,64 — 0,66 mm.). Entro ad un invoglio (*ovolemma*) sottile ma saldo (fig. 49, *c*) sta una grossa sfera albuminosa interamente chiara e limpida come acqua (*n*). Nella fossa che sta al polo superiore animale (che nell'uovo natante è rivolto all'ingiù) giace una lente biconvessa (*p*) formata di protoplasma la quale include il nucleo stipite (*k*): essa è il *vitello formativo* della citula. Dai margini di questo vitello formativo lenticolare parte tutt'attorno una tenuissima membrana protoplasmatica che include il vitello nutritivo. All'opposto polo vegetale, nella fossa inferiore, sta una semplice sfera chiara di grasso (*f*). La piccola sfera di grasso e la grande sfera albuminosa compongono il *vitello nutritivo*. Il solo vitello formativo sottostà al processo di segmentazione che dapprima non interessa affatto il vitello nutritivo (70).

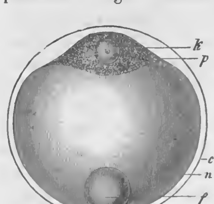


Fig. 49. — Ovulo di un teleosteo pelagico.

p) Protoplasma della citula; *k*) Nucleo di essa; *n*) Limpida sfera albuminosa del vitello di nutrizione; *f*) Sfera oleosa dello stesso; *c*) membrana esterna dell'uovo od ovolemma.

La segmentazione del vitello formativo lenticolare (*p*) segue affatto indipendentemente dal vitello nutritivo e con progressione geometrica affatto regolare (cfr. tav. III, figg. 18-24); il solo vitello formativo colle parti adiacenti di vitello nutritivo (*n*) è qui rappresentato in sezione verticale (attraverso un piano meridiano), invece la massima parte del vitello nutritivo e della membrana dell'uovo è stata omessa. La citula (fig. 18) si scinde dapprima in due cellule di segmentazione uguali (fig. 19). Da queste provengono per ripetuta divisione prima 4, poi 8, poi 16 cellule (fig. 20). Da queste nascono insieme per continuata divisione 32, poi 64 cellule, ecc. Esse formano in ultimo strettamente appressate una massa lenticolare (tav. III, fig. 21) comparabile allo sferico germe moriforme della segmentazione primordiale (*morula*, tav. II, fig. 3). Da questa morula lenticolare nasce ora un germe vescicolare (*blastula*) pel particolare spostarsi delle cellule della prima in direzione centrifuga (tav. III, fig. 22). Questa regolare *lente biconvessa* si trasforma in un *disco in forma di vetro da orologio* con margini inspessiti. Come il vetrino sull'orologio, così questo disco cellulare convesso giace sulla superficie superiore polare leggermente convessa del vitello nutritivo. Dall'accumularsi di liquido fra i due è nata una bassa cavità circolare (fig. 22, *s*). Questa è la cavità di segmentazione e corrisponde alla cavità centrale di segmentazione della blastula palingenetica (tav. II, fig. 4). Il suolo leggermente convesso di questa bassa cavità di segmentazione è formato dal vitello nutritivo (*n*), la sua cupola fortemente convessa dalle cellule della blastula. Di fatto il nostro embrione di pesce è oramai una *vescica* con cavità eccentrica, tanto come la blastula della rana (tav. II, fig. 10) e della salamandra (fig. 45). Ma mentre in questi anfibii la maggiore metà vegetale della vescica blastodermica è formata dalle grandi cellule vitelline, nel nostro teleosteo essa è in massima parte occupata dall'amorfo e non solcato vitello nutritivo.

Segue ora l'importante processo dell'*invaginazione* che conduce al formarsi della gastrula. In seguito ad ulteriore accrescimento e spostamento o migrazione delle cellule della blastula, i margini inspessiti del disco cellulare che posa sul vitello nutritivo crescono in senso *centripeto* all'interno, verso il centro della cavità di segmentazione (fig. 23) e qui finalmente vengono a riunirsi. Questo foglietto interno invaginato, risultante da un semplice strato di cellule, è l'entoderma; esso si applica dal disotto direttamente contro alla parte superiore formata di più strati, del blastoderma, cioè all'esoderma.

Per tal modo la cavità di segmentazione scompare. Nasce invece una seconda cavità al disotto dell'entoderma, la cavità progastrica (fig. 50, *d*). La metà inferiore di essa viene riempita dal vitello nutritivo (*n*) che è in via di riduzione. Con ciò la gastrulazione del nostro pesce è compiuta.

Per distinguere questa terza forma fondamentale dalle due forme fondamentali di gastrula precedentemente considerate noi la chiamiamo *gastrula discoide* (*discogastrula*, fig. 50). Di fatto la massa cellulare che la compone forma un sottile disco circolare concavo-convesso. Questo disco è rivolto colla sua faccia interna incavata alla superficie convessa del vitello nutritivo (*n*). Invece la sua faccia esterna è convessa e proeminente come uno scudo. Se noi conduciamo una sezione perpendicolare attraverso alla metà della gastrula (in un piano meridiano dello sferico uovo) noi troviamo che essa è composta di molti strati di cellule (in questo caso, di quattro) (tav. III, fig. 24). Immediatamente sopra al vitello nutritivo sta un semplice strato di cellule maggiori (fig. 24, *i*) che sono distinte pel loro protoplasma più molle, torbido e grossolanamente granuloso, che col carmino si colorano in rosso scuro. Queste formano il foglietto intestinale od *entoderma* nato dal crescere all'interno dei margini del disco (strato embrionale invaginato). I tre strati esterni che sovraincombono formano invece il foglio cutaneo od *esoderma* (fig. 24, *e*). Essi risultano da cellule minori che nel carmino non si colorano che debolmente; il loro protoplasma è più consistente, limpido, finamente granuloso. Al margine inspessito della gastrula, al margine della bocca primitiva (properistoma), l'entoderma e l'esoderma passano senza limiti netti l'uno nell'altro (fig. 50, *w*). Recentemente questa gastrulazione discoidale dei pesci ossei è stata descritta molto esattamente da Kupffer, Van Bambeke, Whitman, Agassiz ed altri.

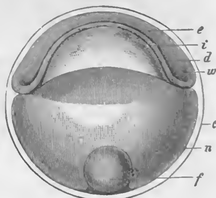


Fig. 50.
Gastrula discoide (*discogastrula*) di un teleosteo.

e) Esoderma; *i*) Entoderma; *w*) Rilievo marginale o margine del prostoma; *n*) Sfera albuminosa del vitello di nutrizione; *f*) Sfera oleosa del medesimo; *e*) Membrana esterna dell'uovo (ovolemma); *d*) Limite tra entoderma ed esoderma (prima cavità di segmentazione).

Le più importanti peculiarità che distinguono questa gastrula discoide dalle due forme fondamentali di gastrula precedentemente considerate sono manifestamente dovute al grande *vitello nutritivo*. Questo non partecipa affatto alla segmentazione e riempie completamente l'intestino primitivo della gastrula sporgendo notevolmente fuori dalla sua apertura boccale. Immaginiamo che la primitiva gastrula campanulata (figg. 30-36) voglia ingoiare una pallottola di nutrimento che sia molto più grossa che essa stessa: essa in questo tentativo dovrà espandervisi sopra a mo' di disco precisamente come qui avviene (fig. 50). Noi possiamo dunque far derivare la gastrula discoide, passando per lo stadio intermedio della gastrula a berretto, dalla primitiva gastrula campanulata. Essa è nata filogeneticamente da ciò che al polo vegetale dell'uovo si è accumulata una provvista di materiale alimentare svolgendosi così un « vitello nutritivo » in opposizione al « vitello formativo ». Ciò malgrado anche qui, come nei casi precedenti, la gastrula si forma per invaginazione della blastula. Anche questa forma cenogenetica della *segmentazione discoidale* (*gastrulatio discoidalis*) noi la possiamo dunque a sua volta ricondurre alla forma palingenetica della segmentazione primordiale.

Mentre ciò pel piccolo uovo del nostro teleosteo pelagico è ancora abbastanza facile e sicuro, appare invece molto difficile e malsicuro quando si tratti delle grosse

uova che noi troviamo nella maggior parte degli altri pesci come pure in tutti i rettili ed uccelli. Qui infatti il vitello nutritivo è anzitutto sproporzionatamente grande, anzi addirittura colossale, cosicchè di fronte ad esso il vitello formativo quasi scompare, e in secondo luogo il vitello nutritivo contiene una quantità di diversi elementi figurati che sono conosciuti sotto le denominazioni di « granuli vitellini, sfere vitelline, piastre vitelline, zolle vitelline, vesciche vitelline, ecc. ». Spesso si sono persino tenuti questi elementi vitellini per vere cellule, e si è affermato erroneamente che da queste cellule venga costituita una parte del corpo dell'embrione (71). Tale però non è affatto il caso. Piuttosto il vitello nutritivo rimane in tutti i casi, anche quando esso diventi così grande, una provvista morta di materiale nutrizio che durante lo sviluppo viene accolta nel nascente intestino ed è consumata dall'embrione. Quest'ultimo si sviluppa solo dal vivente vitello formativo della citula. Ciò vale tanto per le nostre piccole uova di teleosteo come per le colossali uova dei selaci, rettili e uccelli.

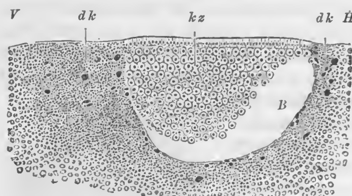


Fig. 51. — Sezione mediana attraverso la blastula di un selace (*Pristiurus*). Da Rückert (vista dal lato sinistro).

A destra sta l'estremità posteriore *H*, a sinistra l'anteriore *V*; *B*, Cavità di segmentazione; *kz*) Cellule blastodermiche; *dk*) Nuclei vitellini.

La *gastrulazione dei selaci* (squali e razze) che di recente è stata sopratutto studiata molto esattamente da Rückert e Rabl ha speciale importanza pel fatto che questo gruppo comprende i più antichi fra tutti i pesci tuttora viventi, e perchè la loro gastrulazione si può far derivare direttamente da quella dei ciclostomi per accumulamento di una maggior quantità di vitello nutritivo. Mentre il piccolo uovo dei ciclostomi, come quello degli anfibii, nella segmentazione si disgrega totalmente in cellule, tale nelle grosse uova dei selaci (od elasmobranchi) non è più il caso. La contrattilità dell'attivo protoplasma qui non riesce più a scindere completamente in cellule la massa potentemente cresciuta del passivo deutoplasma; solo nella parte superiore o dorsale ciò è ancora possibile, non però nella parte inferiore o ventrale. Perciò noi troviamo nei selaci una vescica embrionale con una piccola cavità di segmentazione eccentrica (fig. 51, B) la cui parete mostra una composizione molto aberrante. Solo il tetto (o parete superiore) di essa risulta da vere cellule blastodermiche e forma il cosidetto « *disco germinativo* » (*kz*) invece il suolo (o la parete inferiore) viene formato da una massa vitellina non segmentata nella quale solo sparsi nuclei vitellini (*dk*) indicano la presenza degli « organismi elementari » che anche qui determinano lo sviluppo. Il margine circolare del disco germinativo, cioè la sottile « zona di passaggio » che collega il tetto ed il suolo della

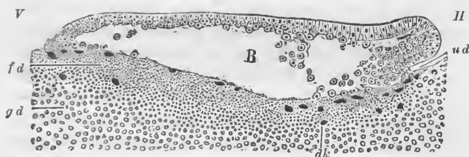


Fig. 52. — Sezione mediana attraverso la blastula di un selace (*Pristiurus*). Da Rückert (vista dal lato sinistro).

V, Estremità anteriore; *H*, Posteriore; *B*, Cavità di segmentazione o blastocelo; *ud*) Primo accenno dell'intestino primitivo; *dk*) Nuclei vitellini; *fd*) Vitello finamente granuloso; *gd*) Vitello a granuli grossolani.

cavità di segmentazione, corrisponde alla « zona marginale » nell'equatore dell'uovo degli anfibii. In mezzo al margine posteriore di essa zona comincia l'invaginazione dell'intestino primitivo (fig. 52, *ud*); essa da questo punto (che corrisponde all'ano del Rusconi negli anfibii) progredisce gradatamente in giro verso l'avanti, cosicchè la bocca primitiva si fa dapprima semilunare, poi circolare abbracciando con larga apertura la sfera del grande vitello nutritivo (*discogastrula eurystoma*). Alla invaginazione prendono parte non solo le cellule cilindriche ben differenziate del tegumento (i blastociti), ma anche le parti adiacenti del tuorlo che contengono i nuclei vitellini (*dk*) od i nuclei dei merociti non ancora differenziati. Questi gradatamente differenziandosi e trasformandosi in tonde cellule entodermiche indipendenti formano la parete ventrale dell'intestino primitivo; la parete dorsale di esso viene formata dalle cellule cilindriche che in forma di semplice strato cellulare connesso si adattano al lato interno della cavità di segmentazione durante il progredire in avanti dell'invaginazione. Così anche qui la cavità di segmentazione viene poco alla volta respinta e sostituita dalla cavità progastrica (*ud*). Ma ancora per molto tempo la parete dorsale di questa discogastrula dalla larga bocca risulta solo di due distinti strati cellulari (i foglietti germinativi primarii), mentre la sua parete ventrale viene formata dalla massa vitellina. Quanto più quest'ultima viene gradatamente consumata, tanto più piccola diventa la larga bocca primitiva. Il labbro ventrale della bocca primitiva in questa gastrula discoide sta davanti, il dorsale indietro.

Essenzialmente differente da questa discogastrula a larga bocca dei selaci è l'*epigastrula* (di Rabl), la *discogastrula a stretta bocca degli amnioti*, dei rettili, uccelli e monotremi, poichè fra questi e quelli sta, come stadio filogenetico intermedio, l'anfigastrula oloblastica degli anfibii. Quest'ultima è sorta per riduzione del vitello nutritivo della discogastrula dei selaci, mentre la gastrula discoide degli amnioti è nata di nuovo per secondario accrescimento del vitello nutritivo dalla gastrula degli anfibii ed è con ciò « meroblastica-secondaria » (cfr. la X Conferenza). Solo con questo concetto storico, con questo critico paragone, stabiliti in modo particolarmente chiaro dal Rabl, la difficile e così variamente interpretata gastrulazione degli amnioti diventa intelligibile.

L'*uovo degli uccelli* ha per noi un'importanza affatto speciale poichè le più numerose ed importanti ricerche sullo sviluppo dei vertebrati si fondano su osservazioni fatte sull'uovo incubato di gallina. L'uovo dei mammiferi è molto più difficile da avere e da studiare, e per questi motivi pratici secondari il suo sviluppo viene molto più di raro seguito esattamente. Invece noi possiamo ottenere in ogni tempo o in qualsiasi quantità l'uovo di gallina, e colla incubazione artificiale seguire passo per passo ogni stadio delle modificazioni che subisce nel corso del suo sviluppo l'embrione che ne nasce. L'uovo degli uccelli si distingue dal piccolo uovo dei mammiferi sopratutto per la sua notevolissima grandezza dovuta all'accumularsi, nell'interno del vitello primitivo o del protoplasma dell'ovulo, di una considerevole massa di vitello nutritivo ricco di grasso. Questa è la sfera gialla che noi quotidianamente consumiamo sotto il nome di « rosso d'uovo ». Per arrivare a comprendere giustamente l'uovo degli uccelli, che spesso è stato interpretato al tutto erroneamente, noi dobbiamo studiarlo nei suoi stadii più giovani e seguirlo dal principio del suo sviluppo nell'ovario dell'uccello. Qui noi vediamo allora che il primitivo uovo dell'uccello è una semplice cellula piccolissima e nuda provvista di un nucleo, la quale nè per grandezza, nè per forma, è diversa dall'ovulo primitivo dei mammiferi e di altri animali (cfr. fig. 12, E, pag. 87).

Come in tutti i cranioti l'ovulo primitivo o protovo (*protovum*) è rivestito tutt'attorno da uno strato connesso di cellule minori come da un epitelio. Questa membrana epiteliale è il *follicolo dell'uovo* dal quale più tardi l'ovulo esce fuori. Immediatamente al disotto di esso viene secreta dal vitello l'amorfa membrana vitellina.

Ora molto precocemente il piccolo protovo degli uccelli comincia ad assumere attraverso alla membrana vitellina una quantità di sostanza nutritiva e ad elaborarla per formarne il cosidetto « vitello giallo » (il rosso d'uovo o tuorlo). Così l'uovo primitivo (*protovum*) si trasforma nell'uovo secondario (*metovum*) che è parecchie volte maggiore del protovo, ma tuttavia non rappresenta che una sola cellula colossalmente ingrandita (72). Per l'accumularsi della potente massa di tuorlo giallo nell'interno della sfera di protoplasma, il nucleo che vi è contenuto, la « vescicola germinativa », viene respinto affatto alla superficie della sfera di vitello. Qui esso è avvolto da una piccola quantità di protoplasma ed insieme con essa forma il « vitello formativo » lenticolare (fig. 53, *b*). Questo appare esternamente sulla gialla sfera di tuorlo in un punto della superficie come una piccola macchietta bianca circolare, la cosidetta « cicatricula od umbilico dell'uovo ». Da quest'umbilico parte una striscia filiforme di vitello nutritivo bianco (*d*) che non contiene granuli vitellini gialli ed è più molle del vitello nutritivo giallo, inoltrandosi radialmente sin nel centro della gialla sfera di tuorlo dove forma una piccola sfera centrale di vitello bianco (fig. 53, *d*). Però tutta questa massa vitellina bianca non è nettamente separata dal vitello giallo che nelle uova indurite mostra un leggero accenno di stratificazione concentrica (fig. 53, *c*). Come in questo sferico e giallo uovo d'uccello entro l'ovario, così anche nell'uovo di gallina deposto, quando si apra il guscio e si cavi fuori il tuorlo, si trova alla superficie di esso un piccolo disco bianco circolare che corrisponde all'umbilico o cicatricula. Ora però questo piccolo « disco germinativo » bianco è già inoltrato nello sviluppo e non è altro che la *gastrula* del pulcino. Da esso solo nasce il corpo di quest'ultimo. Tutta la massa gialla e bianca di tuorlo è interamente priva d'importanza per la formazione del nascente pulcino poichè essa dall'embrione in via di sviluppo è usata solo come materiale di nutrizione, consumata come vettovaglia. La chiara, mucilaginea, voluminosa massa d'albume che avvolge il giallo tuorlo dell'uovo d'uccello e così pure il solido guscio calcareo di esso sono deposti solo secondariamente all'interno dell'ovidotto attorno all'uovo d'uccello già fecondato.

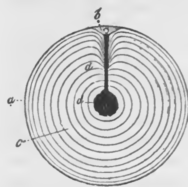


Fig. 53. — Una cellula-uovo matura dall'ovario d'una gallina (in sezione).

Il vitello giallo di nutrizione è composto di molti strati concentrici (*c*) ed avvolto da una sottile membrana vitellina (*a*). Il nucleo della cellula, cioè la vescicola germinativa, forma insieme col protoplasma della cellula il " vitello formativo " (*b*) o la " cicatricula ". Di lì il vitello bianco (nero nella figura) si protrae fin nella cavità del tuorlo (*d'*). Però le due sorta di vitello non sono nettamente distinte.

Dopo che è avvenuta la fecondazione dell'uovo dell'uccello all'interno del corpo materno, si compie nella citula lenticolare il processo della piatta *segmentazione discoidale* (*gastrulatio discoidalis*, fig. 54). Dapprima nascono dalla citula due cellule di segmentazione uguali (A). Queste si scindono in 4 (B), poi in 8, 16 (C), 32, 64 e così via. Alla divisione delle cellule precede sempre la divisione del nucleo. Le faccie di divisione fra le cellule di segmentazione appaiono alla superficie libera della « cicatricula » in forma di « solchi ». I due primi solchi stanno ad angolo retto l'uno coll'altro, in croce (B). Poi nascono due nuovi solchi che tagliano i primi sotto un angolo

di 45°. Questa cicatricula che diventa così il « disco germinativo » forma ora una stella ad otto raggi. Poichè ora attorno al centro si forma un anello circolare, da 8 cellule di segmentazione triangolari ne vengono 16, di cui 8 stanno al centro ed 8

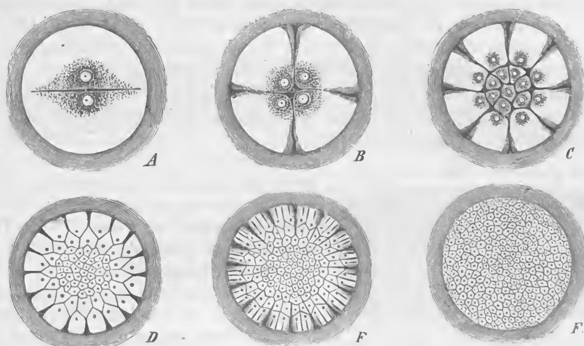


Fig. 54. — Segmentazione discoidale dell'uovo d'uccello (schematica, ingrandita circa 10 volte).

Il solo ***vitello formativo*** (la cicatricula) è rappresentato in queste 6 figure (*A-F*) perchè in esso solo si compie la segmentazione. Il ***vitello nutritivo*** molto più grande il quale non piglia parte alla segmentazione è omesso, e solo accennato dall'anello scuro esterno. *A*, Col primo solco la citula si divide in due cellule; *B*, Questi due primi " pezzi di segmentazione „ si dividono per un secondo solco (perpendicolare al primo) in 4 cellule; *C*, Questi quattro " pezzi di segmentazione „ sono diventati 16 cellule poichè fra i due primi solchi incrociati si son formati due altri solchi radiali e poichè le estremità interne di questi segmenti 8-radiati sono tagliate da un solco annulare centrale; *D*, Uno stadio con 16 solchi radiali periferici e circa 4 solchi annulari concentrici; *E*, Uno stadio con 64 solchi radiali periferici e circa 6 solchi annulari; *F*, Per ripetuta formazione di solchi radiali e periferici tutta la cicatricula si è suddivisa in un cumulo di piccole cellule e forma oramai la lenticolare morula. Il formarsi dei solchi è sempre preceduto dal dividersi dei nuclei.

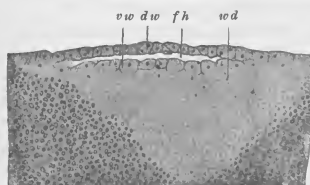


Fig. 55. — Sezione verticale attraverso la blastula di un uovo di pollo.

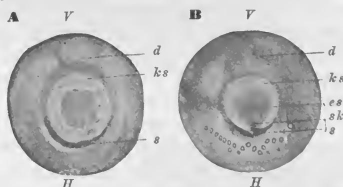


Fig. 56. — Il disco germinativo dell'uovo di pollo al principio della gastrulazione.

Fig. 55. — *fh*) Cavità di segmentazione; *dw*) Sua parete dorsale; *vw*) Parete ventrale che fa immediato passaggio al vitello bianco (*wd*). Da Duval.

Fig. 56. — **A.** Prima della incubazione; **B,** Nelle prime ore della incubazione. Da Koller. — *ks*) Disco germinativo; *V*, Suo margine anteriore; *H*, Suo margine posteriore; *es*) Scudetto embrionale; *s*) Gronda falciforme; *sk*) Bottone della falce: *d*) vitello.

in giro (C). In seguito si alternano nuovi solchi annulari con nuovi solchi radiali più o meno irregolarmente diretti verso il centro (D, E). Il risultato finale di questo processo di segmentazione è anche qui il formarsi di una gran quantità di piccole cellule di uguale natura (73). Anche qui, come nell'uovo di pesce, queste cellule di

segmentazione costituiscono insieme un disco circolare, lenticolare che corrisponde alla *morula*, ed è infossato in una piccola depressione del vitello bianco. Fra il disco lenticolare delle cellule della morula ed il sottostante « vitello bianco » si forma ora per l'accumularsi di liquido una piccola cavità come accade nei pesci. Così si forma la singolare e difficilmente riconoscibile *vescica blastodermica degli uccelli* (fig. 55). La piccola cavità di segmentazione di questa blastula fortemente cenogenetica (*fh*) è molto piatta e notevolmente compressa. La parete superiore o dorsale (*d w*) viene formata da un semplice strato di cellule epiteliali chiare nettamente differenziate; questa corrisponde all'emisfero superiore od animale della blastula del *Triton* (fig. 45). La parete inferiore o ventrale della piatta fessura (*vw*) si compone invece di cellule di segmentazione più grandi e scure che in parte non sono ancora differenziate e trapassano direttamente nella massa del sottostante vitello bianco (*wd*); essa corrisponde all'emisfero inferiore e vegetale della blastula della salamandra d'acqua (fig. 45, *dz*). I nuclei delle cellule vitelline, che qui sopratutto al margine della blastula lenticolare fortemente si moltiplicano, migrano, come « merociti » nel vitello bianco, si moltiplicano per divisione e contribuiscono alla loro volta all'ulteriore accrescimento del disco germinativo portandogli materiale di nutrizione.

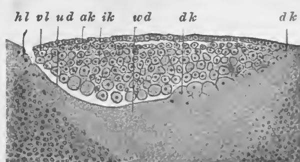


Fig. 57. — Sezione mediana attraverso al disco germinativo d'un canarino. Da Duval.

ud) Intestino primitivo; *v l*, *h l*) Labbro anteriore e posteriore della bocca primitiva (o della gronda falciforme); *a k*) Foglietto germinativo esterno; *ik*) Foglietto germinativo interno, *dk*) Nuclei vitellini; *wd*) Vitello bianco.

L'invaginazione della blastula degli uccelli o l'invaginazione tipica della vescica blastodermica avviene ancora qui al polo posteriore (aborale) del futuro asse principale, nel centro del margine posteriore del disco germinativo (fig. 56, *s*). Qui la moltiplicazione delle cellule di segmentazione è particolarmente vivace: perciò si trovano qui cellule più numerose e più piccole che nella metà anteriore del disco germinativo. Il rilievo marginale, cioè il margine inspessito del disco germinativo è posteriormente più torbido, più bianchiccio e si stacca più nettamente dalle parti circostanti. Nel centro del suo margine posteriore appare un *solco* bianco, semilunare, il « *solco falciforme* » di Koller (fig. 56, *s*). Un piccolo prolungamento diretto in avanti che si trova nella sua parte mediana è il bottone della falce (*sk*). Questa importantissima fessura è la *bocca primitiva* che qui già da molto tempo si era descritta sotto il nome di « *solco primitivo* ». Se si conduce attraverso a questa parte una sezione mediana perpendicolare (nel piano mediano o sagittale), si vede che dalla bocca primitiva si estende verso l'avanti, sotto al disco germinativo, una piatta e larga fessura; questa è l'*intestino primitivo* (fig. 57, *u d*). Il suo tetto, o parete dorsale, viene formato dalla parte superiore invaginata dalla vescica blastodermica, la cui cavità di segmentazione non è più visibile che sotto forma di una fessura insignificante limitata superiormente dal semplice strato cellulare del foglietto germinativo esterno (*a k*), inferiormente dal molteplice strato cellulare del foglietto germinativo interno (*i k*). Il suolo del piatto intestino primitivo, cioè la sua parte ventrale, è formato dal vitello bianco (*wd*) in cui sono sparsi molti nuclei vitellini (*d k*). Una vivace moltiplicazione di questi merociti è visibile al margine del disco germinativo e sopratutto in vicinanza della falcata bocca primitiva.

Sezioni di stadii ulteriori di questa discoide *gastrula degli uccelli* ci insegnano che la cavità progastrica, che dalla bocca primitiva si estende in avanti in forma di tasca depressa, forma uno scavo sotto tutto il territorio della piatta e lenticolare vescica blastodermica (fig. 58, *u d*). Contemporaneamente sparisce poco a poco la fessura che

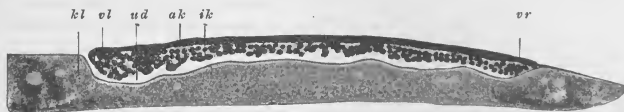


Fig. 58. — Sezione longitudinale della discogastrula dell'usignuolo. Da Duval.
u d) Intestino primitivo; *vl, kl*) Labbro anteriore e posteriore della bocca primitiva; *ak, ik*) Foglietto germinativo esterno ed interno; *vr*) Margine anteriore della discogastrula.

costituisce la cavità di segmentazione, poichè l'interno foglietto germinativo invaginato (*ik*) si applica dal disotto contro al soprastante foglietto germinativo esterno (*ak*). Il tipico processo dell'*invaginazione*, sebbene molto mascherato, è dunque anche qui chiaramente riconoscibile, come è stato dimostrato prima da Goette e Rauber e poi da Duval (fig. 58).

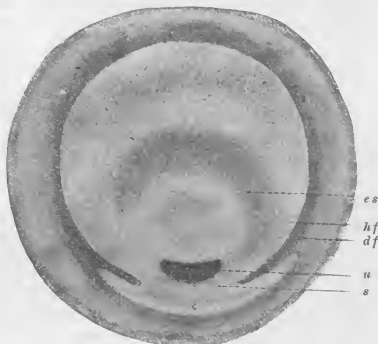


Fig. 59. — Disco germinativo della lucertola (*Lacerta agilis*). Da Kupffer.
u) Bocca primitiva; *s*) Falce; *es*) Scudo embrionale; *hf* e *df*) Area trasparente ed area opaca.

Gli antichi embriologi (Pander, Baer, Remak) e modernamente Kölliker, His ed altri, avevano affermato che i due foglietti germinativi primarii dell'uovo di pollo, il più antico e più spesso studiato dei materiali di ricerca, nascessero per semplice scissione di un semplice « disco germinativo ». A questa veduta dominante io avevo già nella mia « Teoria della gastrea » (1873) opposto la affermazione che la gastrula discoide degli uccelli, come quella di tutti gli altri vertebrati, si forma per *invaginazione* (introflessione) e che questo processo tipico è peculiarmente modificato e larvato solamente dal colossale sviluppo dello sferico tuorlo nutritivo e dall'espandersi in piano in un sito della sua superficie del blastoderma discoide. Io aveva allora cercato di convalidare questa opinione coll'origine monofiletica dei vertebrati e sopratutto col dimostrare che gli uccelli derivano dai rettili, e questi dagli anfibi. Se però ciò è esatto allora anche la gastrula discoide di quegli amnioti deve essere nata per invaginazione di una vescica blastodermica cava tanto come già da Remak e Rusconi in poi si sa che avviene per la gastrula discoide degli anfibi loro diretti antenati. Le esatte ed accuratissime osservazioni dei nominati autori (Goette, Rauber, Duval) ne hanno dato recentemente, per ciò che riguarda gli uccelli, delle prove decisive come è accaduto pei rettili colle belle ricerche di Kupffer, Benecke, Wenkebach ed altri. Nel clipeiforme *disco germinativo delle lucertole* (fig. 59), dei coccodrilli, delle testuggini e di

altri *rettili* si trova nel mezzo del margine posteriore (nello stesso sito dove giace il solco falciforme degli uccelli) una fessura trasversale (u) che conduce in un cieco piatto a modo di tasca che è l'*intestino primitivo*. Il labbro anteriore (dorsale) e il posteriore (ventrale) della fessura trasversa si comportano esattamente come le labbra della bocca primitiva (o del solco falciforme) degli uccelli.

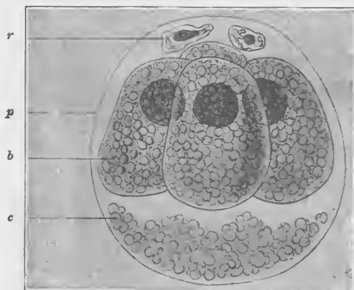


Fig. 60. — Uovo della sariga (*Didelphys*) in quattro segmenti. Da Selenka.
b) I quattro blastomeri; *r*) Corpi direttori; *c*) Coagulo senza nuclei; *p*) Membrana albuminosa.

Da questa speciale forma embriogenica dei sauropsidi (rettili ed uccelli) si deve ora anche derivare la *gastrulazione dei mammiferi*. Infatti questa che è la classe più recente e più superiormente sviluppata di vertebrati, non è nata, come vedremo, che relativamente tardi, da un più antico gruppo di rettili, dai teriosauri; e tutti questi amnioti devono in origine discendere da uno stipite comune più antico, dai protamnioti o prorettili. Dunque anche la speciale forma embriogenetica dei mammiferi deve essere sorta per modificazioni cenogenetiche dalla più antica forma di gastrulazione dei sauropsidi. Riconoscere questo fatto è la prima condizione preliminare per comprendere filogeneticamente la formazione dei foglietti germinativi dei mammiferi e perciò anche dell'uomo.

Questa proposizione fondamentale l'ho stabilita per la prima volta nel 1877 nel mio scritto « Sulla gastrulazione dei mammiferi » e cercai di dimostrarla ammettendo, sulla via dai prorettili ai mammiferi, una *riduzione filogenetica del vitello nutritivo* e del sacco vitellino (loc. cit., p. 257). « L'adattamento cenogenetico che ha dato occasione al regresso del rudimentale sacco vitellino dei mammiferi è ovvio. È l'adattamento al prolungato soggiorno nell'utero dei mammiferi vivipari i cui antenati erano certamente ovipari. Poichè la riserva di materiale del potente vitello nutritivo di cui gli antenati ovipari provvedevano l'uovo deposto in seguito all'adattamento dei loro vivipari epigoni ad un più lungo soggiorno nell'utero divenne superflua, e poichè qui nella parete dell'utero il sangue materno divenne la più importante sorgente di alimento, dovette naturalmente il sacco vitellino divenuto inutile regredire in seguito ad adattamento embrionale » (Aggiunte alla teoria della gastrea, pag. 258).

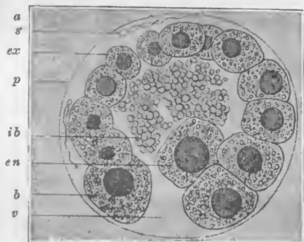


Fig. 61. — Blastula della sariga (*Didelphys*). Da Selenka.
a) Polo animale della blastula; *v*) Polo vegetale; *en*) Cellula-madre dell'entoderma; *ex*) Cellule esodermiche; *s*) Spermidii; *ib*) Ammassi vitellini senza nucleo (resti del vitello nutritivo); *p*) Membrana albuminosa.

Questa mia veduta trovò allora pochissimo favore e sopratutto da Kölliker, Hensen ed His fu decisamente combattuta; ciò malgrado essa si è poco a poco fatto strada e

recentemente ha ricevuto solida base da un gran numero di eccellenti osservazioni sulla gastrulazione dei mammiferi; sopratutto dalle segnalate ricerche di Edoardo van Beneden sui conigli ed i pipistrelli, di Selenka sui marsupiali e rosicanti, di Heape e Lieberkühn sulla talpa, di Kupffer e Keibel sui rosicanti, di Bonnet sui ruminanti e di altri. Da un punto di vista generale comparativo appoggiarono sopratutto quel concetto Carlo Rabl nella sua *Teoria del mesoderma*, Oscar Hertwig nell'ultima (III) edizione del suo *Trattato* (1890) ed Hubrecht negli *Studies in mammalian embryology* (1891), cercando di derivare la gastrulazione particolarmente modificata dei mammiferi da quella dei rettili.

Frattanto (1884) dalle osservazioni di Guglielmo Haacke e di Caldwell fu anche constatato il fatto sospettato già da molto tempo che gli infimi mammiferi, i *monotremi*, depongono uova, come gli uccelli ed i rettili, e non partoriscono figli vivi come fanno i rimanenti mammiferi. Ora, sebbene la gastrulazione dei monotremi non abbia ancor potuto essere osservata, tuttavia, data la notevole grandezza del loro vitello nutritivo, non vi può essere dubbio che la loro segmentazione non sia discoide e che non conduca alla formazione di una discogastrula a bocca falcata come avviene nei rettili ed uccelli. Perciò già nel 1875 (nel mio opuscolo sopra *La gastrula e la segmentazione dell'uovo negli animali*) io ho posto i monotremi fra i vertebrati discoblastici. Forse lo stesso si può dire anche d'una parte dei marsupiali, mentre un'altra parte di essi, secondo le belle ricerche di Selenka, forma un anello di passaggio fra quelli ed i placentali.

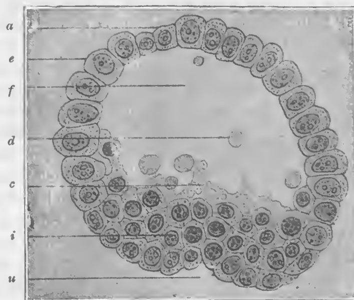


Fig. 62. — Blastula della sariga (*Didelphys*) al principio della gastrulazione. Da Selenka.

e) Esoderma; *i*) Entoderma; *a*) Polo animale; *u*) Bocca primitiva al polo vegetale; *f*) Cavità di segmentazione; *d*) Ammassi vitellini senza nucleo (resti del vitello nutritivo ridotto): *c*) Coagulo senza nucleo (senza granuli vitellini).

L'uovo fecondato della *sariga* od opossum (*Didelphys*) secondo Selenka si divide dapprima in 2, poi in 4 (fig. 60) e poi in 8 cellule uguali; in principio dunque la segmentazione è *eguale*. Solo nel corso ulteriore della divisione cellulare una cellula più grossa (la cellula madre dell'entoderma, fig. 61, *en*) caratterizzata da plasma più torbido e maggior ricchezza di granuli vitellini si distingue dagli altri blastomeri; questi ultimi si moltiplicano rapidamente, quella invece più lentamente. Accumulandosi poi molto liquido nella morula si forma una vescica blastodermica globosa la cui parete ha ineguale spessore come quella dell'*Amphioxus* (fig. 38, E) e degli anfibi (fig. 45). L'emisfero superiore od animale vien formato da un gran numero di piccole cellule, l'emisfero inferiore o vegetale invece da un numero minore di cellule più grandi. Una di queste ultime, distinta per speciale grandezza (fig. 61, *en*), giace al polo vegetale dell'asse della blastula, nel sito dove più tardi si forma la bocca primitiva (prostoma). Questa è la cellula madre dell'entoderma; oramai anch'essa comincia a moltiplicarsi per scissione e le sue cellule-figlie (fig. 62, *i*) partendo da questo punto si espandono poco per volta sulla superficie interna della vescica blastodermica, dapprima solo sul suo emisfero vegetale. Le più torbide cellule entodermiche (*i*) in principio si distinguono

per forma più tondeggiante e nuclei più scuri dalle più chiare, più alte e più allungate cellule esodermiche (*e*); più tardi le une e le altre diventano fortemente appiattite, le cellule del foglietto germinativo interno ancora più che le esterne.

Molto notevoli sono gli enuclei globuli vitellini e coaguli (fig. 62, *d*) che si trovano in questi marsupiali nel liquido della vescica blastodermica; essi si devono interpretare come resti del vitello nutritivo filogeneticamente regresso che era sviluppato nei monotremi loro antenati come pure nei rettili.

Nel corso ulteriore della gastrulazione della sariga l'aspetto ovale della gastrula (fig. 63) passa poco alla volta allo sferico per l'accumularsi di una maggior quantità di liquido nella vescica. In pari tempo l'entoderma (fig. 64, *i*) si espande sempre più sulla superficie interna dell'esoderma (*e*). Risulta così una vescica sferica la cui parete è formata da due sottili, semplici strati di cellule; le cellule del foglietto germinativo esterno sono più tondeggianti, quelle dello interno più piatte. Nella regione della bocca primitiva (*p*) le cellule sono meno piatte e mostrano più vivace moltiplicazione. Di qui si inizia anche la formazione del mesoderma e precisamente dal labbro posteriore (ventrale) della bocca primitiva o prostoma la quale si protrae in una fessura longitudinale mediana o gronda primitiva.

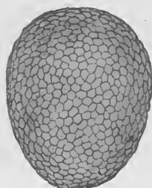


Fig. 63.
Gastrula ovale della sariga (*Didelphys*) di circa otto ore (veduta dall'esterno). Da Selenka.

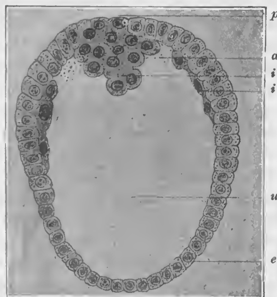


Fig. 64. — Sezione longitudinale della stessa gastrula (fig. 63). Da Selenka.
p) Bocca primitiva (*prostoma*); *e*) Esoderma; *i*) Entoderma; *d*) Residui vitellini nella cavità progastrica (*u*).

Anche più cenogeneticamente modificata ed abbreviata che nei marsupiali appare la *gastrulazione nei placentali.* Essa è divenuta nota solo da 16 anni (1875) per le segnalate ricerche di Van Beneden e lo fu prima di tutto per l'uovo del *coniglio.* Poichè però anche l'uomo appartiene a questa sottoclasse e che la sua ancor ignota gastrulazione non deve essere essenzialmente diversa da quella degli altri placentali, la gastrulazione del coniglio merita il più preciso esame. Fin da principio colpisce qui la speciale particolarità che già le due prime cellule di segmentazione che nascono dalla scissione della cellula-uovo fecondata (fig. 65) sono per grandezza e per natura diverse; ora tali differenze sono minori (fig. 66), ora più vistose. Una di queste due più antiche cellule-figlie della citula o « due primi blastomeri » è alquanto più grossa, più chiara e trasparente dell'altra. Inoltre la cellula di segmentazione più piccola si colora nel carmino, osmio, ecc., molto più intensamente che la maggiore. Per tal modo le due cellule manifestano già il loro importante rapporto coi due foglietti germinativi primarii. *La cellula di segmentazione più chiara e più consistente* (fig. 66, *e*) *è la cellula-madre dell'esoderma; la cellula di segmentazione più scura e più molle* (fig. 66, *i*) *è la cellula-madre dell'entoderma.* Tutte le cellule del foglietto germinativo esterno o foglietto cutaneo sono la prole della *cellula-madre dell'esoderma* (tav. II, fig. 13, *e*). Così pure tutte le cellule del foglietto interno o foglietto intestinale sono i

discendenti della *cellula-madre dell'entoderma* (tav. II, fig. 13, *i*). Lo stesso fatto interessante che ci presentano qui i mammiferi molti animali inferiori ce lo presentano anche più spiccato. In molti vermi, per esempio, la citula al principio della segmentazione si scinde in due cellule per grandezza e caratteri chimici molto disparate. La cellula-madre dell'esoderma è qui spesso parecchie volte più piccola che la cellula-madre dell'entoderma, la quale contiene nel vitello nutritivo una potente riserva di alimento.

Le due prime cellule di segmentazione del coniglio, le quali noi dobbiamo perciò considerare come cellule-madri dei due foglietti germinativi primarii, si dividono ora per simultanea scissione ciascuna in due cellule (fig. 67; tav. II, fig. 14). Queste *quattro*

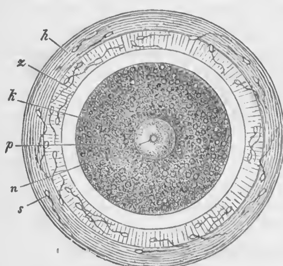


Fig. 65.
Cellula-stipite o citula del mammifero (di coniglio).

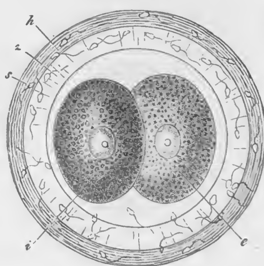


Fig. 66.
Segmentazione incipiente dell'uovo di mammifero (di coniglio).

Fig. 65: *k*) Nucleo-stipite; *n*) Nucleolo; *p*) Protoplasma della citula; *z*) Zona pellucida modificata; *h*) Invoglio esterno albuminoso; *s*) Cellule spermatiche morte. — Fig. 66. La citula si è scissa in due cellule disuguali: la cellula-madre del foglietto cutaneo più chiara (*e*) e la più oscura madre-cellula del foglietto intestinale (*i*); *z*) Zona pellucida; *h*) Membrana albuminosa esterna; *s*) Cellule spermatiche morte.

cellule di segmentazione giaciono per solito in due diversi piani ad angolo retto l'uno coll'altro (più raramente in un sol piano). Le due cellule più grandi e più chiare (fig. 67, *e*), le cellule-figlie della cellula-madre dell'esoderma, si colorano in carmino meno intensamente delle due cellule più piccole e più scure, le figlie della cellula-madre dell'entoderma (fig. 67, *i*). La linea che collega i centri delle due ultime sfere di segmentazione fa generalmente un angolo retto con quella che unisce le due prime. In seguito ciascuna di queste 4 cellule si divide a sua volta per scissione in due cellule-figlie uguali; noi abbiamo così *otto cellule di segmentazione*, le pronipoti della cellula-stipite (fig. 68). Quattro cellule maggiori, più consistenti e più chiare giaciono in un piano: le pronipoti della cellula-madre dell'esoderma. Quattro cellule minori, più molli e più scure, giaciono in un secondo piano parallelo a quello: le pronipoti della cellula-madre dell'entoderma. Se noi connettiamo a due a due con linee rette i centri di due cellule opposte di uno stesso piano, queste linee si tagliano ad angolo retto. Ma le quattro linee di collegamento dei due piani paralleli riuniti si tagliano sotto un angolo di 45 gradi.

Ora però le otto cellule di segmentazione mutano la loro originaria posizione e la loro forma sferica. Una delle quattro cellule entodermiche si avanza in mezzo al cumulo di cellule e costituisce insieme colle tre altre una piramide (o un tetraedro).

Le quattro cellule esodermiche si posano sul vertice di questa piramide come un berretto (tav. II, fig. 15). Questo è l'inizio di un processo embriogenetico che noi dobbiamo interpretare come ripetizione abbreviata dell'*invaginazione del blastoderma* e che conduce alla formazione della gastrula. Cominciando da questo punto l'ulteriore segmentazione dell'uovo di mammifero segue un ritmo che è essenzialmente uguale a quello dell'uovo di rana. Mentre nella segmentazione originaria (o primordiale) dell'uovo il ritmo segue una progressione regolarmente geometrica (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, ecc.), la serie numerica dell'alterata progressione nei mammiferi è la stessa che nell'uovo d'anfibio: 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96, 160, ecc. (cfr. la V tabella). Ciò dipende dal fatto che di qui in avanti le cellule esodermiche più vivaci si moltiplicano

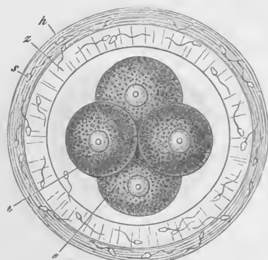


Fig. 67.
Le quattro prime cellule di segmentazione del mammifero (di coniglio).

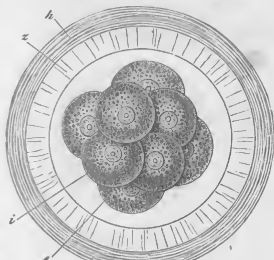


Fig. 68.
Uovo di mammifero con otto cellule di segmentazione.

Fig. 67: *e*) Le due cellule esodermiche (più grandi e chiare); *i*) Le due cellule entodermiche (più piccole e scure); *z*) Zona pellucida; *h*) Membrana albuminosa esterna. — Fig. 68: *e*) Quattro cellule esodermiche (più grandi e chiare); *i*) Quattro cellule entodermiche (più piccole e scure); *z*) Zona pellucida; *h*) Membrana albuminosa esterna.

più rapidamente delle più pigre cellule entodermiche. Queste ultime rimangono sempre un po' indietro alle prime e vengono avvolte da esse. Questo avvolgimento od *epibolia* delle interne cellule del foglietto intestinale non è però altro in fondo che l'introflessione od *invaginazione* dell'emisfero vegetale nell'emisfero animale della vescica blastodermica, cioè è la formazione di una *gastrula* (fig. 69) (69).

Segue dunque ora dapprima uno stadio in cui l'embrione di mammifero risulta da 12 cellule di segmentazione. Quattro cellule entodermiche formano una piramide triangolare che è coperta da una cuffia formata da 12 cellule esodermiche più chiare (tav. II, fig. 15 in sezione). Il prossimo stadio, con 16 cellule di segmentazione, ci mostra 4 cellule entodermiche nell'interno, 4 altre all'esterno e di sotto, mentre le 8 cellule esodermiche disposte in forma di cuffia emisferica coprono la metà superiore dell'embrione. Quest'ultima avvolge ancor più l'interna massa cellulare pel fatto che ora le 8 cellule esodermiche diventano 16; delle 8 cellule entodermiche giaciono 3, 4 o 5 all'interno, 5, o rispettivamente 4 o 3, alla base dello sferico embrione (tav. II, fig. 16). A questo stadio di 24 cellule ne segue uno con 32 poichè anche le cellule entodermiche si duplicano. Più oltre seguono ora forme embrionali con 48 cellule di segmentazione (32 esodermiche, 16 entodermiche), 64 cellule (32 del foglietto cutaneo, 32 del foglietto intestinale), 96 cellule (64 esodermiche, 32 entodermiche) e così via.

Quando il numero delle cellule di segmentazione nell'embrione di mammifero è salito a 96 (nel coniglio circa 70 ore dopo la fecondazione) appare chiaramente la forma caratteristica della *gastrula a berretto* (*amphigastrula*, fig. 69; cfr. tav. II, fig. 17 in sezione). Lo sferico embrione risulta da una massa centrale di 32 cellule entodermiche molli, tondeggianti, a granuli scuri, le quali, dalla reciproca pressione, sono appiattite triangolarmente e coll'acido osmico si colorano in bruno scuro (fig. 69, *i*). Questa scura massa cellulare centrale è circondata da un invoglio sferico più chiaro formato da 64 cellule esodermiche cubiche, più piccole e finamente granulose, le quali giaciono l'una presso l'altra in un solo piano e che coll'acido osmico non si colorano se non molto debolmente (fig. 69, *e*). In un unico sito questo invoglio esodermico è interrotto, apparendo qui liberamente fuori 1, 2 o 3 cellule entodermiche. Queste ultime formano il tappo vitellino e riempiono la bocca primitiva della gastrula (*o*). La cavità progastrica centrale (*d*) è riempita di cellule entodermiche (tav. II, fig. 17). La forma fondamentale uniasse o monoaxonia della gastrula di mammifero è così chiaramente espressa (69).

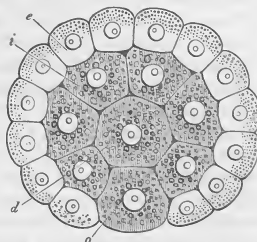


Fig. 69. — Gastrula del mammifero (epigastrula del coniglio), in sezione longitudinale attraverso all'asse.

e) Cellule esodermiche (64, più chiare e piccole); *i*) Cellule entodermiche (32, più scure e grosse); *d*) Cellula entodermica centrale che riempie la cavità progastrica; *o*) Cellula entodermica periferica che occlude la bocca primitiva (tappo vitellino nell'ano del Rusconi).

Ora nell'ulteriore corso della gastrulazione da questa speciale, solida, archigastrula dei placentali nasce pure una grande sferica « blastocisti o gastrocisti » come l'abbiamo già trovata nei marsupiali. Coll'accumularsi di liquido si forma nella solida gastrula (fig. 70, A) una cavità eccentrica, in modo che in un determinato punto il mucchio di scure cellule entodermiche (*hy*) rimane in diretta connessione collo sferico strato avvolgente delle chiare cellule esodermiche (*ep*). Questo sito corrisponde all'originaria bocca primitiva (prostoma o blastoporus). Partendo da questo punto importantissimo più tardi il foglietto germinativo interno si espande in giro alla superficie interna del foglietto esterno il cui strato cellulare forma la parete della sfera cava; l'espansione progredisce in giro dal polo vegetale verso il polo animale.

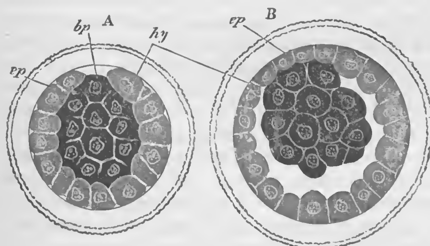


Fig. 70. — Gastrula del coniglio.

A, In forma di mucchio sferico massiccio di cellule; *B*, Trasformantesi nella gastrocisti; *bp*) Bocca primitiva; *ep*) Esoderma; *hy*) Entoderma.

Con ciò anche la gastrulazione dei placentali, che si allontana di più da quella dell'*Amphioxus* che rappresenta la forma più primitiva, è anch'essa ricondotta allo stesso tipo della forma originaria, all'invaginazione di una blastula modificata. La speciale

particolarità di essa consiste in ciò che la parte invaginata del blastoderma non costituisce un sacco cieco perfettamente chiuso (aperto solo al prostoma) come al solito, ma invece questo cieco alla incurvatura ventrale (opposta alla dorsale bocca primitiva) possiede un'ampia apertura: per quest'apertura il progastro in via di formazione comunica fin da principio colla cavità della blastula. L'entoderma invaginato, fatto a berretto, cresce col margine libero, circolare, alla superficie interna dell'esoderma procedendo verso il polo vegetale; solo quando esso l'ha interamente raggiunto rivestendo completamente la superficie interna della blastula avviene qui la chiusura dell'intestino primitivo. Quel curioso passaggio diretto dalla cavità progastrica alla cavità di segmentazione si spiega semplicemente ammettendo, come è indispensabile fare, che nel più dei mammiferi la massa vitellina che è ancor posseduta dalle forme più antiche di questa classe (i monotremi) e dai loro antenati (i rettili) ha subito un regresso. Così oramai, malgrado le spiccate differenze nelle singole classi, è chiaramente dimostrata *l'unità essenziale della gastrulazione presso tutti i vertebrati.*

Per completare il nostro quadro dei più importanti processi della segmentazione e della gastrulazione daremo ancora in ultimo un rapido sguardo sulla quarta forma essenziale di esse, sulla segmentazione superficiale (*segmentatio superficialis*, tav. III, fig. 25-30). Nei vertebrati questa forma fondamentale non si presenta affatto. Per contro essa ha molta importanza nell'esteso tipo degli artropodi, negli insetti, aracnidi, miriapodi e crostacei; la forma particolare di gastrula che ne vien fuori è la *gastrula vescicolare* (*perigastrula*, tav. III, fig. 29).

Nelle uova che subiscono questa segmentazione superficiale, il vitello formativo è nettamente distinto dal vitello nutritivo, tanto come nelle già trattate uova degli uccelli, rettili, pesci, ecc., e solo il primo subisce la segmentazione alla quale il secondo non piglia dapprima alcuna parte. Ma mentre nelle « uova telolecitiche » con gastrulazione discoide il vitello formativo giace *eccentricamente*, ad un polo dell'uovo uniasse, ed il vitello nutritivo è accumulato all'altro polo, noi vediamo invece nelle uova con segmentazione superficiale il vitello di formazione disteso su tutta la *superficie* dell'uovo; esso include « come una vescica » il vitello di nutrizione, il quale giace *centralmente* nel mezzo di quest'« uovo centrolecitico ». Poichè ora la segmentazione riguarda unicamente il primo, non il secondo, essa deve naturalmente essere affatto « superficiale »; la provvista di nutrimento che è accumulata nel centro non ne resta influenzata. Del resto questa segmentazione superficiale ha per solito un corso affatto regolare, come nella segmentazione primordiale, seguendo una progressione geometrica. La tav. III, fig. 25-30, rappresenta alcuni stadi di essa in sezioni perpendicolari meridiane attraverso alle uova ellissoidi di un crostaceo (*Peneus*). Il nucleo-stipite o « primo nucleo di segmentazione » che originariamente giace nel centro della citula si divide dapprima in 2, poi in 4 ed 8-16 nuclei. Questi migrano centrifugamente dal vitello nutritivo centrale e si distribuiscono a distanze uguali nel vitello formativo superficiale (tav. III, fig. 26). Qui essi seguitano a moltiplicarsi per scissione (fig. 27). Infine tutto il vitello formativo si disgrega in molte piccole cellule uguali, le quali giaciono l'una presso l'altra in un solo strato su tutta la superficie dell'uovo formando *un blastoderma* superficiale (fig. 28, *b*). Questo blastoderma è una semplice vescica completamente chiusa la cui interna cavità è interamente riempita dal vitello di nutrizione. Questa vera « blastula » (fig. 28) non è distinta da quella delle uova archiblastiche (tav. II, fig. 4) che per i caratteri chimici del suo contenuto. In quest'ultima il contenuto è acqua o limpida gelatina, nella prima è una densa miscela di sostanze

albuminoidi e adipose, ricca di materia alimentare. Poichè questo esteso vitello nutritivo riempie il centro dell'uovo fin dal principio della segmentazione, così non vi ha qui naturalmente alcuna differenza fra la morula e la blastula.

Dopochè la vescica blastodermica (tav. III, fig. 28) si è interamente sviluppata segue qui la notevolissima *invaginazione* che conduce alla gastrulazione (fig. 29). Si forma in un sito della superficie un affondamento circolare a mo' di fossa, e questo si allarga a formare una cavità, la cavità progastrica della gastrula (fig. 29, *d*); il sito dell'invaginazione forma la bocca primitiva di quest'ultima (*o*). La parte invaginata del blastoderma, le cui cellule si ingrossano ed assumono forma cilindrica slanciata, forma il foglietto intestinale ed include la cavità dell'intestino primitivo. La parte superficiale non invaginata del blastoderma forma il foglietto cutaneo; le sue cellule per continuata divisione divengono piccole e più appiattite. Lo spazio fra il foglio cutaneo ed il foglio intestinale (cioè il residuo della « cavità di segmentazione ») rimane riempito dal vitello nutritivo che oramai viene gradatamente consumato. Per ciò solo si distingue essenzialmente la nostra *gastrea-vescicolare* (*perigastrula*, fig. 29) dalla forma primitiva della gastrula campanulata (archigastrula, fig. 6). Manifestamente quest'ultima è nata dalla prima poco alla volta nel corso di lunghe epoche coll'accumularsi di *vitello nutritivo* nel centro dell'uovo (75).

Ci è lecito considerare come progresso di grande portata l'essere noi così stati in grado di ricondurre a queste quattro forme capitali di segmentazione e di gastrulazione tutti i numerosi e molteplici fenomeni presentatici dalla formazione dell'embrione nei diversi animali. Però di queste quattro forme capitali noi potemmo considerarne una sola come primitiva, palingenetica, considerando invece le tre altre come forme cenogenetiche derivate da quella. Tanto la segmentazione ineguale come anche la discoide e la superficiale non sono evidentemente nate che in seguito ad adattamento secondario dalla segmentazione primaria, originale e quale più importante motivo del loro originarsi, devesi considerare il graduale formarsi di un *vitello di nutrizione*, come pure il sempre più precoce contrasto fra la metà animale e la vegetale dell'uovo, fra il foglietto cutaneo ed il foglietto intestinale.



DECIMA CONFERENZA

La teoria del celoma.

« Se l'embriologia comparata deve utilizzare scientificamente il ricco materiale che le affluisce da innumerevoli ricerche isolate, allora essa deve bastare ad un doppio compito. Come la scienza che le è sorella, l'anatomia comparata, fa per gli animali sviluppati, così essa deve per gli embrioni stabilire le parti morfologicamente equivalenti e spargere luce sulle relazioni di parentela delle forme animali. In secondo luogo però essa deve anche far oggetto del suo giudizio i processi della evoluzione e permetterci di dare uno sguardo nell'essenza di questi processi ».

OSCAR HERTWIG (1881).

**Il mesoderma o foglietto germinativo mediano.
Celoma o cavità del corpo. — I quattro foglietti germinativi secondarii.
Due foglietti limitanti e due foglietti medii.
Le tasche celomiche dei vertebrati. — Celomazione palingenetica degli acranii.
Celomazione cenogenetica dei cranioti. — Celomula e cordula.
Prostoma e solco primitivo.**

Contenuto della decima Conferenza.

Numero dei foglietti germinativi negli animali. — Animali bifoliati e trifoliati (celenterii). — Animali quadrifoliati, con due foglietti limitanti e due foglietti mediani (celomarii). — Cavità digerente e cavità del corpo. — Importanza dei quattro foglietti germinativi secondarii. — Teorie sulla loro origine (ripiegatura o delaminazione). — Antiche teorie di Baer e Remak. – Teoria del celoma di Hertwig: origine della cavità del corpo in via primaria per invaginazione, secondaria per delaminazione. — Incremento delle tasche celomiche pari partendo dal prostoma. — Celomazione della Sagitta e dello Amphioxus. — Celomazione palingenetica e cenogenetica. — Foglietto parietale (foglietto fibroso-cutaneo) e foglietto viscerale (foglietto fibroso-intestinale). — Celomula e cordula. — Corrispondenti forme stipiti: celomea e cordea. — Separazione della corda dalla parete dorsale dell'intestino primitivo (fra le due tasche celomiche). — Tasche vuote e piene. — Le tasche celomiche dei bilaterii erano originariamente ghiandole sessuali. — Loro fusione ventrale. — Mesenterio dorsale. -- Celomazione cenogenetica degli anfibi ed ammioti. — La bocca primitiva dell'embrione degli amnioti diviene la gronda primitiva. — Il margine del prostoma (properistoma) come punto vegetativo o fonte del germinamento (blastocrene). — La celomula quadrifoliata dei rettili, uccelli e mammiferi.

Bibliografia.

Ernst Haeckel, *Die Leibeshöhle und die Darmhöhle der Thiere. Der Ursprung des Mesoderms und der Geschlechts-Organe*, 1872 (*Biologie der Kalkschwämme*, VII capitolo).

Thomas Huxley, *On the classification of the animal kingdom*, 1875 (*Quart. Journ. Microsc. Science*, vol. XV).

E. Ray-Lankester, *On the invaginate Planula or diploblastic phase of Paludina vivipara*, 1875 (*Ibid.*, vol. XV).

Francis Balfour, *Early stages in the development of Vertebrates*, 1875 (*Ibid.*, vol. XV).

E. Ray-Lankester, *Revision of speculations relative to the origin and significance of the germ-layers*, 1877 (*Ibid.*, vol. XVII).

Oscar Hertwig, *Die Chaetognathen*, 1880, II fasc. degli « *Studien zur Blätter-Theorie* ».

Oscar Hertwig e Richard Hertwig, *Die Coelom-Theorie*, 1881. *Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes.*

Oscar Hertwig, *Die Entwickelung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere*, 1881.

Berthold Hatschek, *Studien über Entwickelung des Amphioxus*, 1881.

Carl Rabl, *Theorie des Mesoderms*, 1889 (*Morphol. Jahrb.*, vol. XV).

X.

Signori!

I due blastofilli, o « foglietti germinativi primarii » che la teoria della gastrea ha dimostrato essere il fondamento primitivo della formazione del corpo in tutti i metazoi si conservano per tutta la vita in tale forma semplicissima solo nei celenterii della più bassa categoria, nell'*Olynthus*, nel *Prophysema*, nell'*Hydra* e nei più semplici acalefi loro affini. In tutti gli altri animali appaiono più tardi fra quei due strati primarii del corpo nuovi strati cellulari che vengono compresi in generale sotto il concetto di *foglietto medio o mesoderma*. Per solito i diversi prodotti di questo foglietto medio formano più tardi la massa principale del corpo animale, mentre il primitivo entoderma o foglietto germinativo interno si limita al rivestimento del canale digerente e delle sue appendici ghiandolari, e d'altra parte l'esoderma o foglietto germinativo esterno fornisce l'involucro esterno del corpo, l'epidermide, ed il sistema nerveo.

In alcuni grandi gruppi di animali inferiori il foglietto germinativo mediano resta una sola massa continua, e questi si sono chiamati metazoi *trifoliati*, in opposizione a quei bifoliati gastreadi ed idroidi. Ad essi appartengono, per esempio, il più delle spugne ed i coralli od antozoi. La massa principale del corpo risulta in questi animali di un tessuto mesodermico di sostegnò o fulcro e di formazioni scheletriche depostevi; l'epitelio entodermico si limita al rivestimento del sistema gastrovascolare di nutrizione, l'epitelio esodermico all'invoglio cellulare della epidermide esterna. Anche nei platelminti o platodi (i turbellari, trematodi e cestodi) la massima parte del corpo appartiene geneticamente ad un « foglio mediano » continuo che si è sviluppato fra i due foglietti germinativi primarii della gastrula.

Tutti questi « animali trifoliati » (*triploblastica*) al pari dei bifoliati celenterii (*diploblastica*) non possiedono ancora alcuna cavità del corpo, cioè non hanno ancora una cavità del corpo separata dalle cavità del sistema digerente; essi vengono perciò chiamati anche *acoelomia*. Invece tutti gli animali superiori possiedono una simile vera *cavità del corpo* (*coeloma*) e perciò vengono anche chiamati *coelomaria*. In essi tutti ci è possibile distinguere *quattro foglietti germinativi secondarii* che procedono da quei due primarii; tutti questi celomarii possono perciò anche essere opposti a quei celenterii come *metazoi quadrifoliati* (*tetrablastica*). Ad essi appartengono tutti i veri elminti (*helminthes*, esclusi i platodi) ed infine i tipi animali veramente superiori che da quelli si sono sviluppati: i molluschi ed echinodermi, gli articolati, i tunicati ed i vertebrati.

La *cavità del corpo* (coeloma) è dunque un nuovo acquisto del corpo animale il quale filogeneticamente è molto più recente dell'antico sistema intestinale e che tanto dal lato morfologico che dal lato fisiologico ha la massima importanza. Questa fondamentale importanza del celoma l'ho rilevata già nel 1872 nella mia *Monografia delle*

calcispongie nella sezione dov'è fatta la distinzione di principio fra « la cavità del corpo e la cavità digerente degli animali », e che si rannoda direttamente colla « teoria dei foglietti germinativi e l'albero genealogico del regno animale » (il primo schizzo della teoria della gastrea, vol. I, pag. 464, 467). Fin allora si erano generalmente confuse insieme quelle due più importanti cavità del corpo animale o almeno non si erano convenientemente distinte, sopratutto per ciò che Leuckart, il fondatore del gruppo dei celenterati (1848), aveva attribuito a tali infimi metazoi una cavità del corpo ma nessuna cavità digerente; di fatto però è appunto il contrario che si osserva.

La cavità digerente, come organo digerente primitivo del corpo animale è l'organo più antico e più importante di tutti i metazoi e si trova in tutti già abbozzata nella gastrula in forma di *intestino primitivo* con bocca primitiva; non è che molto più tardi che in una parte dei metazoi fra la parete intestinale e la parete del corpo si

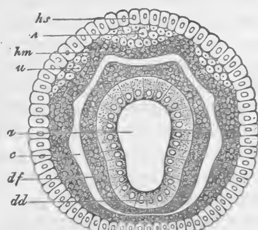


Fig. 71.

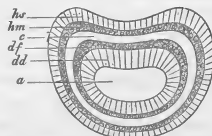


Fig. 72.

Schema dei quattro foglietti germinativi secondarii, sezioni attraverso ad embrioni di metazoo. Fig. 71 di un annelide, fig. 72 di un elminto.

a) Intestino primitivo; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale; *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *c*) Cavità del corpo; *hm*) Foglietto fibroso-cutaneo; *hs*) Foglietto cutaneo sensitivo; *u*) Abbozzo dei reni primitivi; *n*) Abbozzo della lamina nervea.

sviluppa il celoma, che nei celenterati manca ancora affatto. Il contenuto e la significazione delle due cavità sono al tutto differenti. La *cavità digerente* (*enteron*) serve alla digestione; essa contiene acqua e sostanze nutritive ricevute dall'esterno, come pure il chimo che ne è tratto per mezzo della digestione.

La *cavità del corpo* (*coeloma*), invece, affatto separata dall'intestino e chiusa all'esterno, non ha nulla che fare colla digestione; essa include lo stesso canale digerente e le sue appendici ghiandolari e contiene inoltre i prodotti sessuali come pure una certa quantità di sangue o linfa, liquido trasudato attraverso alle pareti del canale digerente.

Subito che è apparsa la cavità del corpo, anche la parete del canal digerente appare separata dalla parete del corpo che la racchiude, ed entrambe non sono più direttamente connesse che in qualche punto. Allora si possono anche distinguere sempre nelle due pareti diversi strati di tessuti, e cioè in ognuna almeno due. Questi strati di tessuti nascono originariamente da quattro diversi strati cellulari semplici, e questi ultimi sono i famosi *quattro foglietti germinativi secondarii*. Il più esterno di essi, il foglietto cutaneo-sensitivo (figg. 71, 72, *hs*), e il più interno, il foglietto glandulo-intestinale (*dd*), rimangono dapprima semplici epitelii o strati involucrali; quello limita la superficie esterna del corpo, questo la superficie interna del canal digerente; entrambi son

perciò anche detti *strati limitanti* o *metorii*. Fra quei due giacciono i due *foglietti mediani* o *mesoblasti*, che includono la cavità del corpo.

I quattro foglietti germinativi secondarii pigliano parte in tutti i celomari (in tutti i metazoi provvisti di una cavità celomica) alla costruzione del corpo in tal modo che i due esterni saldamente uniti compongono la *parete del corpo*, i due interni invece la *parete intestinale;* le due pareti sono separate dalla cavita del *celoma*. Ognuna delle due pareti è composta di un foglio limitante ed un foglio mediano. Mentre i due *foglietti limitanti* forniscono sopratutto *epitelii* o tessuti di rivestimento come pure ghiandole e nervi, i due *foglietti mediani* dànno invece la massa principale dei *tessuti fibrosi*, muscoli e sostanze connettive. Perciò si sono anche designati questi ultimi col nome di foglietti fibrosi o foglietti muscolari. Il foglietto mediano esterno che si applica alla faccia interna del foglietto cutaneo-sensitivo è il foglietto fibroso-cutaneo; il foglietto mediano interno che si applica sulla faccia esterna del foglietto glandulo-intestinale è il foglietto fibroso-intestinale. Il primo per solito è detto brevemente foglietto parietale, il secondo, foglietto viscerale del mesoderma. Fra le molte diverse denominazioni che vengono adoperate pei quattro foglietti germinativi secondarii le seguenti sono le più usate.

1. Foglietto cutaneo-sensitivo (Foglietto limitante esterno)	**I. Foglietto neurale** (Neuroblasto)	I due foglietti germinativi secondarii della parete del corpo (*somatopleura*): I. Epiteliale; II. Fibroso.
2. Foglietto fibroso-cutaneo (Foglietto mediano esterno)	**II. Foglietto parietale** (Mioblasto)	
3. Foglietto fibroso-intestinale (Foglietto mediano interno)	**III. Foglietto viscerale** (Gonoblasto)	I due foglietti germinativi secondarii della parete intestinale (*splancnopleura*): III. Fibroso; IV. Epiteliale.
4. Foglietto glandulo-intestinale (Foglietto limitante interno)	**IV. Foglietto enterico** (Enteroblasto)	

Il naturalista che primo riconobbe e distinse nettamente i quattro foglietti germinativi secondarii degli animali superiori fu il Baer. È vero che sulla loro origine e sulla loro ulteriore significazione egli non venne intieramente in chiaro e nei particolari non giudicò rettamente la loro diversa destinazione. Ma in complesso non gli sfuggì la loro alta importanza ed egli espresse già sull'origine dei due foglietti mediani le stesse vedute che furono poi accettate dalla maggioranza degli embriologi e che anche io ho sostenute nelle prime edizioni dell'*Antropogenia*. Egli deriva infatti isolatamente ciascun foglietto mediano da un foglietto germinativo primario (per delaminazione) e dice: Il foglietto germinativo esterno od animale si scinde in due strati: uno strato cutaneo ed uno strato carnoso; così pure si scinde il foglietto germinativo interno o vegetale in due strati: uno strato vascolare ed uno strato mucoso. Confrontato colle denominazioni recenti ora in uso, questo concetto del Baer ci si presenta così:

A. I due foglietti germinativi primarii (*Blastophylla*)	**B. I quattro foglietti germinativi secondarii** (*Blastoplattae*)
I. Foglietto germinativo esterno od animale (Foglietto cutaneo od esoderma)	1. Foglietto cutaneo-sensitivo (strato cutaneo. Baer); foglietto limitante neurale. 2. Foglietto fibroso-cutaneo (strato carnoso, Baer); foglietto mediano parietale.
II. Foglietto germinativo interno o vegetale (Foglietto intestinale od entoderma)	3. Foglietto fibroso-intestinale (strato vascolare, Baer); foglietto mediano viscerale. 4. Foglietto glandulo-intestinale (strato mucoso, Baer); foglietto limitante gastrale.

Questo concetto del Baer, che riguardo alla divisione fisiologica di lavoro dei foglietti germinativi aveva in suo favore molta verosimiglianza intrinseca, dovette più tardi, in seguito a più esatte osservazioni, venir abbandonato. Già nel 1850 il Remak nel primo fascicolo delle sue segnalate *Ricerche sullo sviluppo dei vertebrati* aveva affermato che nel disco germinativo bifoliato dell'uovo di gallina recentemente deposto (la nostra *discogastrula*) dopo poche ore d'incubazione il foglietto germinativo inferiore si scinde in due foglietti, un foglietto germinativo mediano ed un foglietto ghiandolare. Più tardi poi il foglietto germinativo mediano o « foglietto fibroso » si sarebbe di nuovo diviso per scissione in due foglietti, in un foglietto « fibroso-intestinale » interno ed in un foglietto « fibroso-cutaneo » esterno. Il rapporto in cui sta questa « teoria dei tre foglietti » di Remak colla primitiva « teoria dei quattro foglietti » del Baer si vede dal seguente specchietto:

I tre foglietti di Remak (Teoria dei tre foglietti)		I quattro foglietti secondarii (*Blastoplattae*)	I due foglietti primarii del Baer
Foglietto esterno o superiore	I. Foglietto esterno (o superiore) (foglietto sensorio)	1. Foglietto cutaneo-sensitivo .	Foglietto animale, *Esoderma*, foglietto cutaneo
Foglietto interno od inferiore	II. Foglietto mediano (foglietto motore-germinativo)	2. Foglietto fibroso-cutaneo . . .	
		3. Foglietto fibroso-intestinale .	Foglietto vegetativo, *Entoderma*, foglietto intestinale
	III. Foglietto interno (od inferiore) (foglietto trofico)	4. Foglietto glandulo-intestinale	

La teoria dei foglietti germinativi di Remak, che ulteriormente rintracciata da questo eminente osservatore lo condusse ad importantissime scoperte, trovò presto molto favore, tanto più che egli pel primo riconobbe chiaramente le parti elementari costituenti i foglietti germinativi ed applicando la teoria cellulare diede per la prima volta all'ontogenesi una base istologica. L'opinione che i foglietti germinativi secondarii derivino dai primarii per *delaminazione* — nel che il Baer ed il Remak erano d'accordo — venne anche accettata da embriologi che in altri punti avevano vedute differenti, così, per esempio, dal Kölliker secondo il quale « nei vertebrali superiori il foglietto germinativo mediano deriva da quello esterno ». Queste teorie della delaminazione ammesse in modo generale cominciarono solo vent'anni fa ad essere scosse, dopochè il Kovalewsky (1871) ebbe mostrato che nella *Sagitta* (essere dalla gastrulazione molto chiara e tipica) i due foglietti germinativi mediani tanto come i due foglietti limitanti non nascono per *delaminazione* ma per *ripiegatura* e cioè per invaginazione secondaria del primario foglietto germinativo interno. Questa invaginazione piglia le mosse dal prostoma ai cui due lati (a destra ed a sinistra) si formano un paio di tasche; con lo staccarsi di queste sacche o « tasche celomiche » dall'intestino primitivo si forma una cavità celomica pari (fig. 75).

Lo stesso modo di formazione del celoma che aveva trovato nella Sagitta fu anche constatato più tardi dal Kovalewsky nei brachiopodi ed altri invertebrati, come pure nell'infimo vertebrato, l'*Amphioxus;* ulteriori prove in favore vennero date sopratutto da due embriologi inglesi cui siamo in debito di notevoli progressi nell'ontogenia, da E. Ray-Lankester e F. Balfour. In base a queste ed altre ricerche, come pare ad

estese ricerche proprie edificarono allora (10 anni fa, nel 1881) i fratelli Oscar e Riccardo Hertwig la loro ingegnosa « *Teoria del celoma*, saggio di una spiegazione del foglietto medio ». Per apprezzare giustamente l'alto merito di questa teoria che ha portato molta luce e progressi notevoli si deve pensare al caos di opinioni contraddittorie e di affermazioni fra loro opposte che era allora presentato dal « *problema del mesoderma* », cioè dalla così discussa « questione dell'origine del foglietto germinativo mediano ». Qui sopratutto la sorprendente « teoria dei parablasti » dell'embriologo His di Lipsia, teoria partente da presupposizioni affatto repugnanti a natura, aveva fatto sorgere un'orrenda confusione; tutte le diverse opinioni possibili ed anche impossibili sull'origine dei foglietti germinativi secondarii, sullo svilupparsi da essi dei tessuti e sul modo per cui da quei tessuti si formava il corpo animale furono allora discusse colla massima serietà e sicurezza (cfr. la III[a] Confer., pag. 46).

In quest'immensa confusione portò per la prima volta chiara luce la teoria del celoma dei fratelli Hertwig collo stabilire fondamentalmente i seguenti punti di vista: 1° La cavità del corpo nella grande maggioranza degli animali (specialmente in tutti i vertebrati) si forma nella stessa guisa che nella Sagitta: presso al prostoma si introflette un paio di tasche o sacche che si addentrano fra i due foglietti germinativi primarii; collo staccarsi di queste due tasche dall'intestino primitivo si forma un paio di *tasche celomiche* (una destra ed una sinistra); colla loro fusione si forma una semplice cavità del corpo (enterocelo). 2° Quando questi abbozzi del celoma non nascono in forma di un paio di tasche vuote ma come *massicci strati cellulari* (come « un paio di *striscie mesodermiche* »), come accade nei vertebrati superiori, allora si tratta di una modificazione *secondaria* (*cenogenetica*) di quella condizione primaria (palingenetica); le due pareti delle tasche (l'interna e l'esterna) vengono compresse dall'estensione del grande vitello nutritivo. 3° Perciò il *mesoderma* risulta fin dal principio da *due* strati geneticamente distinti, i quali non nascono per scissione secondaria di un semplice foglietto mediano primario (come era prima ammesso col Remak). 4° Questi due foglietti medii hanno in tutti i vertebrati e nella grande maggioranza degli invertebrati la stessa importanza fondamentale per la costruzione del corpo animale: il foglietto medio interno o « *mesoderma viscerale* » (foglietto fibroso-intestinale) si applica sul primitivo entoderma e forma la parte fibrosa, muscolare e connettiva della parete intestinale (*splanchnopleura*); invece il foglietto medio esterno o « *mesoderma parietale* » (foglietto fibroso-cutaneo) si applica sul primitivo esoderma e forma la parte fibrosa, muscolosa e connettiva della parete del corpo (*somatopleura*). 5° Solo nel loro luogo d'origine, al prostoma e sue adiacenze, tutti i quattro foglietti germinativi secondarii sono direttamente connessi insieme; partendo di lì i foglietti mediani pari si estendono, crescendo separatamente verso l'avanti, fra i due foglietti germinativi primarii sui quali divergendo essi si adattano. 6° L'ulteriore differenziamento dei quattro foglietti germinativi secondarii, il loro smembrarsi nei differenti tessuti ed organi ha luogo di preferenza nella futura parte anteriore dell'embrione, nella *parte cefalica*, e di là procede all'indietro, verso il prostoma.

Tutti gli animali in cui si è constatato che la cavità del corpo si forma in tal modo dall'intestino primitivo (vertebrati, tunicati, echinodermi, articolati, parte degli elminti) furono compresi dai fratelli Hertwig sotto il concetto di *enteroceli* contrapponendo ad essi come due altri gruppi capitali i *pseudoceli* ed i *celenterati*, i primi con « falsa cavità del corpo », i secondi affatto senza tale cavità. Ai pseudoceli essi annoverarono i molluschi ed una parte dei vermi (platelminti, briozoi e rotiferi); qui

la cavità del corpo o avrebbe rappresentato un resto della cavità di segmentazione (blastocelo) o sarebbe nata secondariamente per scissione o formazione di lacune in un mesoderma massiccio (schizocelo). Questa distinzione fondamentale e le disposizioni sistematiche derivate da essa si sono però mostrate più tardi non sostenibili. Anche le profonde distinzioni nel modo di formazione dei tessuti stabilite dai fratelli Hertwig fra enteroceli e pseudoceli non sono in tal misura sussistenti. Per queste ed altre ragioni la loro teoria del celoma è stata da più lati impugnata ed in parte abbandonata. Ciò malgrado essa ha per la soluzione della difficile questione del mesoderma un merito grande e duraturo ed una parte essenziale di essa rimarrà certamente. Io considero sopratutto come un gran merito di essa l'aver stabilito *uno stesso modo d'evoluzione dei due foglietti mediani in tutti i vertebrati* e di averlo ricondotto come modificazione cenogenetica al modo d'origine primario, palingenetico che ancor oggidì sussiste nell'*Amphioxus*.

Fra i numerosi ed eccellenti lavori moderni sulla origine e significazione del foglietto germinativo mediano emerge notevolmente fra i recentissimi la pensatissima « *Teoria del mesoderma* » di Carlo Rabl (1889). Questo segnalato anatomico di Praga cui l'embriologia comparata è debitrice di tanti brillanti lavori, ha conservata in punti importanti la teoria del celoma dei fratelli Hertwig, in altri punti l'ha corretta e completata; inoltre egli ha introdotto in queste considerazioni fondamentali una quantità di nuove e feconde idee.

Specialmente il Rabl ha mostrato che la diversa mole del corpo e il relativo numero di cellule embrionali del germe ha una grande influenza sulle differenti forme in cui appare la formazione del mesoderma. Queste ricerche ontogenetico-comparative del Rabl, come quelle di Hertwig, poggiano su basi *filogenetiche* e per questa via indispensabile giungono ad una spiegazione naturale dei fatti ontogenetici. I brillanti risultati di esse stanno in aperto contrasto colle spiegazioni « pseudomeccaniche » dell'His, il quale pretende spiegare matematicamente i più complicati processi *storici* come semplici fenomeni fisici, ma in realtà non spiega *nulla* (cfr. su ciò la III[a] Conferenza, pag. 46). Di fronte ad His e Kölliker che impugnano l'*unità filogenetica del tipo dei vertebrati*, quest'unità dai lavori sul mesoderma di Rabl ed Hertwig viene di nuovo dimostrata chiaramente, come pure da quelli di Ray-Lankester, Rauber, Kupffer, Rückert, Selenka, Hatschek ed altri. Essi conducono concordemente alla conclusione che tutti i diversi modi di formazione del celoma come i modi di gastrulazione, seguono nel grande tipo dei vertebrati una stessa legge strettamente ereditaria; malgrado la loro diversità apparente essi non sono che modificazioni cenogenetiche di un medesimo tipo palingenetico, e questo tipo primitivo l'ha conservato fedelmente fino ai nostri giorni l'inapprezzabile *Amphioxus*.

Prima di passare all'esame della celomazione caratteristica e tipica dell'*Amphioxus* diamo ancora uno sguardo a quella della *Sagitta*, quel rimarchevole verme pelagico che per tanti rapporti interessa l'anatomia comparata e l'ontogenesi. Da una parte la completa trasparenza del suo corpo limpido come cristallo, e del suo embrione, dall'altra la tipica semplicità del suo sviluppo palingenetico ci presentano per molti rispetti nella *Sagitta* un paradigma estremamente istruttivo. La classe dei *chetognati*, che è rappresentata solo dai generi tra loro affinissimi *Sagitta* e *Spadella*, ci appare anche sotto altri rispetti come un notevolissimo ramo del ricco tipo dei vermi. Fu dunque opera encomiabilissima quella di Oscar Hertwig quando in un'accurata monografia (1880) elucidò completamente l'istruttiva anatomia, sistematica ed embriologia dei chetognati,

La sferica blastula che nasce dall'uovo fecondato della *Sagitta* si trasforma per invaginazione unipolare in una tipica *Archigastrula* similissima a quella che ho descritto della *Monoxenia* (Cfr. Conferenza VIII, pag. 115, fig. 29). Questa gastrula ovale, uniasse (nelle sezioni circolari) diventa bilaterale (o triasse) pel fatto che dall'intestino primitivo si producono due tasche celomiche (figg. 73, 74). A destra ed a sinistra si forma un estroflessione sacciforme che si avanza verso il polo orale (dove più tardi si forma la bocca definitiva *m*). Ambo i sacchi son solo divisi in principio da un paio di ripiegature dell'entoderma (fig. 73, *pv*) e sono ancora uniti per mezzo di un ampio sbocco coll'intestino primitivo; inoltre essi dorsalmente comunicano ancora per breve tempo insieme (fig. 74, D). Presto però le due tasche celomiche si staccano interamente l'una dall'altra e dall'intestino primitivo; in pari tempo esse si allargano così notevolmente a vescica che circondano ed includono l'intestino primitivo (fig. 75).

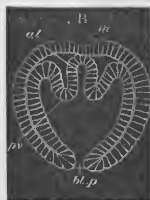


Fig. 73.

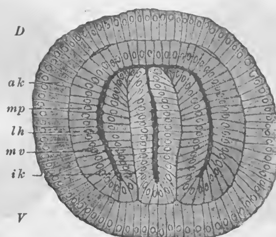


Fig. 74.



Fig. 75.

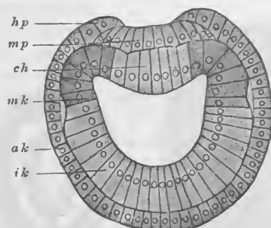
Fig. 73. Celomula della Sagitta (gastrula con un paio di tasche celomiche). Da Kovalewsky. *blp*) Bocca primitiva; *al*) Intestino primitivo; *pv*) Pieghe celomiche; *m*) Bocca definitiva. — Fig. 74. Celomula della Sagitta, in sezione. Da Hertwig. *D*) Lato dorsale; *V*) Lato ventrale; *ik*) Foglietto interno; *mv*) Mesoblasto viscerale; *lh*) Cavità del corpo; *mp*) Mesoblasto parietale; *ak*) Foglietto esterno. — Fig. 75. Sezione attraverso ad una Sagitta giovane. Da Hertwig. *dh*) Cavità digerente; *ik* ed *ak*) Foglietto limitante interno ed esterno; *mv* e *mp*) Foglietto medio interno ed esterno; *lh*) Cavità del corpo; *dm* e *vm*) Mesenterio dorsale e ventrale.

Tuttavia sulla linea mediana del lato dorsale e del lato ventrale le due tasche rimangono separate poichè le loro pareti che qui vengono a contatto si saldano a formare un sottile tramezzo verticale, il *mesenterio* (*dm* e *vm*). Perciò la *Sagitta* possiede per tutta la vita una cavità del corpo doppia o pari (fig. 75, *lh*), e il canale digerente è tanto sopra che sotto fissato per mezzo di un mesenterio alla parete del corpo, sotto dal mesenterio ventrale (*vm*), sopra dal mesenterio dorsale (*dm*). Il foglietto interno delle due tasche celomiche (mesoblasto viscerale, *mv*) si applica contro l'entoderma (*ik*) e forma con esso la parete dell'intestino. Il suo foglietto esterno (mesoblasto parietale, *mp*) si adatta invece all'esoderma (*ak*) e forma con esso la parete esterna del corpo. Così la *Sagitta* ci presenta in modo estremamente semplice e chiaro l'originaria celomazione degli enteroceli.

Nelle stesse condizioni di chiarezza e di trasparenza si compie anche la *celomazione dell'Amphioxus* l'infimo dei vertebrati e quella dei loro più prossimi parenti invertebrati, le tunicate ascidie. Frattanto in questi due tipi animali che noi possiamo comprendere insieme sotto il nome di *cordati* (*chordonia*) quel processo diventa più complicato pel fatto che vi si collegano contemporaneamente due altri notevolissimi processi, lo svolgersi della corda dorsale dall'entoderma, ed il differenziarsi della

lamina midollare cioè del centro nerveo dall'esoderma. Anche qui l'acranio *Amphioxus* ci ha con tenace eredità conservato fedelmente sino ai nostri giorni i fenomeni più essenziali nella loro forma primitiva, mentre in tutti gli altri vertebrati (nei cranioti) essi sono stati più o meno modificati dall'adattamento embrionale. Anche qui noi dobbiamo dunque imparare a conoscere completamente le condizioni palingenetiche dell'embrionamento dell'*Amphioxus* prima di considerare le forme cenogenetiche di esso che si presentano nei cranioti.

La *celomazione dell'Amphioxus*, scoperta solo 24 anni fa dal Kovalewsky, è stata più tardi studiata esattissimamente dalle accurate osservazioni di Hatschek (1881). Secondo esse nella gastrula bilaterale da noi già considerata (figg. 38, 39, pagg. 120 e 121) si formano dapprima tre pieghe longitudinali parallele, una piega impari esodermica nella linea mediana della faccia dorsale e due pieghe pari entodermiche ai



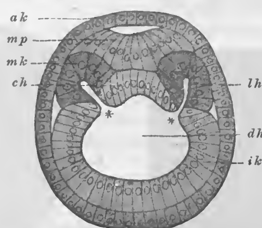


Fig. 76. Fig. 77.

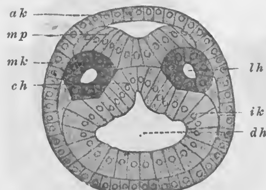
Sezioni di larve di *Amphioxus*. Da Hatschek. Fig. 76 al principio della formazione del celoma (ancora senza segmenti primitivi), fig. 77 nello stadio con quattro segmenti primitivi.

ak, ik, mk) Foglietto esterno, interno e mediano; *hp*) Lamina cornea; *mp*) Lamina midollare; *ch*) Corda dorsale; * *) Inizio delle tasche celomiche; *lh*) Cavità del corpo.

due lati della prima. L'ampia piega esodermica che appare dapprima nella linea mediana della faccia dorsale appiattita formando un solco poco profondo longitudinale è l'inizio del sistema nerveo centrale, del tubo midollare; l'esterno foglietto germinativo primario si divide con ciò in due parti, la lamina midollare mediana (fig. 78, *m p*) e la lamina cornea (*a k*) che è l'inizio della esterna epidermide. Poichè i due margini paralleli della concava lamina midollare si piegano l'uno verso l'altro e si saldano al disotto della lamina cornea nasce un tubo cilindrico, il tubo midollare (fig. 79, *n*); presto questo si stacca interamente dalla lamina cornea. Ai due lati del tubo midollare, fra esso ed il canal digerente (figg. 76-79, *d h*), si producono dalla parete dorsale di quest'ultimo le due pieghe longitudinali parallele che formano i pari sacchi celomici (figg. 77 e 78, *l h*). Questa parte dell'entoderma, che forma così la prima base del foglietto germinativo mediano, nelle figg. 76-79 è tenuta più scura che la parte rimanente del foglietto interno. I siti della ripiegatura mesodermica nelle figg. 76 e 77 sono indicati con asterischi (* *). Dal saldarsi in questi siti dei margini basali delle pieghe estroplesse nascono delle tasche chiuse (fig. 78 in sezione). La parte posteriore delle due pieghe mesodermiche incontra primitivamente il margine della bocca primitiva e sta qui in connessione colle due grandi « cellule mesodermiche primitive o promesoblasti » che abbiamo considerato precedentemente (fig. 39, *p*). Gli abbozzi embrionali che si producono da queste ultime possono essere designati col

Rabl sotto il nome di mesoblasto *peristomale* in opposizione agli abbozzi delle prime, cioè del mesoblasto *gastrale.*

Durante questi notevolissimi processi si prepara già fra le due tasche celomiche l'inizio di un terzo importantissimo organo, della *chorda* o bastone assile. Questo massiccio bastone cartilagineo cilindrico che è la base primitiva dello scheletro si forma nella linea mediana della parete progastrica dorsale dalla striscia di cellule entodermiche che rimane qui fra le due sacche celomiche (figg. 76-79, *c h*). Anche la corda appare dapprima in forma di una piatta piega longitudinale o di un leggero solco (figg. 77, 78); solo dopo il suo distacco dall'intestino primitivo essa prende l'aspetto di una striscia cilindrica massiccia (fig. 79). Si potrebbe dunque anche dire che la parete dorsale dell'intestino primitivo in quest'importante periodo forma tre pieghe longitudinali parallele, una impari e due pari. La piega longitudinale impari



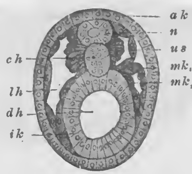


Fig. 78. Fig. 79.

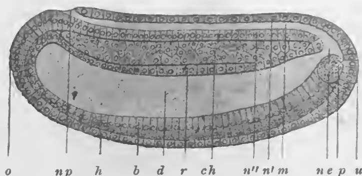
Sezioni di embrioni di *Amphioxus*. Fig. 78 nello stadio con cinque somiti, fig. 79 nello stadio con undici somiti. Da Hatschek.

ak) Foglietto esterno; *mp*) Lamina midollare; *n*) tubo nerveo; *ik*) Foglietto interno; *dh*) Cavità intestinale; *l h*) Cavità del corpo; *mk*) Foglietto medio (mk_1 parietale, mk_2 viscerale); *us*) Segmento primitivo; *ch*) Corda dorsale.

mediana diventa la corda e giace immediatamente sotto al solco longitudinale mediano dell'esoderma il quale si trasforma nel solco midollare; le due pieghe longitudinali pari, destra e sinistra, giacciono lateralmente fra quella piega e questo solco e diventano le tasche celomiche. La parte dell'intestino primitivo che resta dopo il distacco di questi tre organi primitivi dorsali è l'intestino persistente (*enteron* o *mesodaeum*); il suo entoderma è il « foglietto glandulo-intestinale » o foglietto enterale (enteroblasto).

Lo stato embrionale dell'organismo vertebrato il quale ci è presentato dalla larva dell'*Amphioxus* in questo periodo (figg. 80, 81, nel terzo periodo evolutivo, secondo Hatschek), lo chiamo *chordula* o *larva cordale* (*cordula* o *cordyla* chiamavano Strabone e Plinio giovani larve di pesci). Io gli attribuisco *la massima importanza filogenetica* perchè esso in tutti i cordonii (tanto tunicati che vertebrati) si ripresenta colla stessa struttura essenziale. Sebbene lo svilupparsi del grande vitello nutritivo modifichi fortemente nei vertebrati superiori la forma della cordula la sua composizione essenziale rimane tuttavia dappertutto essenzialmente la medesima. Sempre giace sul lato dorsale del corpo bilaterale, vermiforme, il tubo nerveo (*m*), sul lato ventrale il tubo intestinale (*d*), fra i due, nell'asse longitudinale, la corda (*c h*) e ai due lati le pari tasche celomiche (*c*). Dappertutto questi organi primitivi nascono nella stessa guisa dai foglietti germinativi e dappertutto da essi si producono gli stessi organi del cordato adulto. Ci è permesso, secondo le *leggi d'eredità* della teoria della discendenza, trarne la conclusione filogenetica che tutti questi cordonii (tunicati e vertebrati) discendono da un

antichissimo stipite comune primitivo che noi possiamo chiamare *chordaea*. Questa cordea, da gran tempo estinta, se l'avessimo ancor oggi vivente davanti agli occhi, noi la considereremmo come una classe speciale di vermi inarticolati (*chordaria*). A tal riguardo è specialmente degno di nota che nè il tubo nerveo dorsale, nè il tubo intestinale ventrale, e nemmeno la corda interposta fra i due, non mostrino traccia di articolazione o metameria; anche i due sacchi celomici in principio non sono segmentati (sebbene essi nell'*Amphioxus* siano molto di buon'ora divisi da pieghe trasversali in una serie di somiti). Questi fatti ontogenetici hanno la massima importanza per la conoscenza di quelle forme antenate dei vertebrati che noi dobbiamo cercare nel gruppo dei vermi inarticolati od elminti. Le *tasche celomiche* in questi antichissimi *cordarii* erano verosimilmente *ghiandole sessuali*.



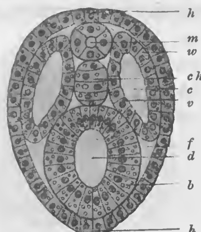


Fig. 80. Fig. 81.
Cordula dell'*Amphioxus*. Fig. 80 sezione longitudinale (vista dal lato sinistro), fig. 81 sezione trasversale. Da Hatschek.

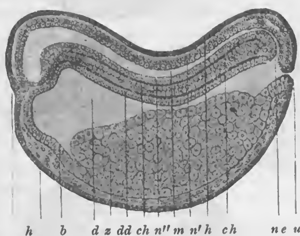
Nella fig. 80 le tasche celomiche sono omesse per mostrare chiaramente la corda; la fig. 81 è alquanto schematica. *h*) Lamina cornea; *m*) Tubo midollare; *n*) La sua parete (*n'* dorsale, *n''* ventrale); *ch*) Corda; *np*) Neuroporo; *ne*) Canale neurenterico; *d*) Cavità intestinale; *r*) Parete dorsale dell'intestino; *b*) Parete ventrale dell'intestino; *z*) Cellule vitelline in quest'ultima; *u*) Bocca primitiva; *o*) Fossa boccale; *p*) Promesoblasti (cellule primitive o cellule polari del mesoderma); *w*) Foglietto parietale; *v*) Foglietto viscerale del mesoderma; *c*) Celoma; *f*) Resto della cavità di segmentazione.

Considerate filogeneticamente le *tasche celomiche sono ad ogni modo più antiche che la corda;* infatti nella stessa guisa che nei cordonii esse si sviluppano anche in una quantità di invertebrati che non possiedono alcuna corda (così, per esempio, in *Sagitta*, figg. 73 a 75). Inoltre nell'*Amphioxus* il primo accenno della corda appare più tardi che quello delle tasche celomiche. Fra la gastrula e la cordula noi dobbiamo dunque, secondo la legge biogenetica fondamentale, ammettere ancora una speciale forma intermedia che noi vogliamo chiamare *coelomula*, un corpo vermiforme, inarticolato, con intestino primitivo, bocca primitiva e cavità del corpo pari, ma ancora priva di corda. Anche questa forma embrionale, la bilaterale *coelomula* (fig. 78), può essere considerata come la ripetizione ontogenetica (conservata dall'eredità) di un antichissimo stipite dei celomari, la *coelomaea* (cfr. la conferenza XX).

Mentre le due tasche celomiche (presumibilmente le *gonadi* o ghiandole sessuali della *coelomaea*) nella *Sagitta* ed in altri elminti rimangono divise da un completo tramezzo mediano, cioè dal mesenterio dorsale e ventrale (fig. 75, *dm* e *vm*, pag. 165), nei vertebrati invece solo la parte superiore di questo tramezzo verticale rimane conservata e forma il mesenterio dorsale. Questo mesenterio si presenta più tardi come una sottile membrana che attacca il tubo intestinale alla corda dorsale (od alla colonna

vertebrale). Per contro al lato inferiore del canal digerente i due sacchi celomici confluiscono poichè le loro pareti interne o mediali si fondono e si interrompono. La cavità del corpo forma allora una sola cavità semplice nella quale il canal digerente giace affatto libero, fissato solo alla parete dorsale del mesenterio (cfr. tav. IV, fig. 5).

L'evoluzione della cavità del corpo e la conformazione della *chordula nei vertebrati superiori* viene, tanto come quella della loro *gastrula*, sopratutto modificata da ciò che il potente vitello nutritivo comprime gli abbozzi embrionali e costringe la loro parte dorsale ad espandersi a disco. Queste modificazioni cenogenetiche sono in apparenza così notevoli che sino a dieci anni fa si conservarono su quegli importanti processi delle idee affatto erronee. Si credette quasi generalmente che la cavità del corpo dell'uomo e dei vertebrati superiori si originasse per *scissione* da un semplice foglietto



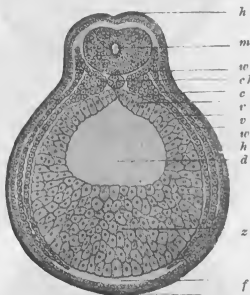
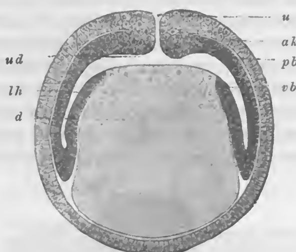


Fig. 82. Fig. 83.
Cordula degli anfibii (del Bombinator). Da Goette. Fig. 82 sezione longitudinale mediana (vista dal lato sinistro), fig. 83 sezione trasversa (alquanto schematica).
(Lettere come nelle figure 80 ed 81).

mediano e che quest'ultimo nascesse per sfaldamento da uno dei foglietti germinativi primarii o da tutti e due. Anche qui la retta via non fu trovata che dalle ricerche ontogenetiche comparative dei fratelli Hertwig. Essi mostrarono nella loro *Teoria del celoma* (1881) chè *tutti i vertebrati sono veri enteroceli* e che dappertutto nasce per *ripiegatura* dell'intestino primitivo un paio di tasche celomiche. Le cenogenetiche forme-*chordula* dei craniati devono dunque essere derivate dalla forma embrionale palingenetica dell'*Amphioxus* in modo simile a quello da me antecedentemente dimostrato per le loro forme-*gastrula*.

La differenza principale fra la celomazione degli *acranii* (*Amphioxus*) e quella dei rimanenti vertebrati (*cranioti*) consiste in ciò che le estroflessioni celomiche pari dell'intestino primitivo nei primi appaiono fin dal principio come *vescicole* cave ripiene di liquido, negli ultimi invece come *tasche vuote* i cui due fogli (l'interno e l'esterno) sono applicati l'un contro l'altro. Nella vita comune si usa sempre chiamare *tasca* la tasca di un abito, non monta se vuota o piena. Non così in ontogenesi nella cui letteratura del resto la comune logica del buon senso si fa difficilmente strada. Qui in molti trattati ed in voluminose pubblicazioni si dimostra che vesciche, tasche o sacche meritano il loro nome solo quando sono gonfiate e piene di limpido liquido. Quando questo

non sia il caso (per esempio, quando l'intestino primitivo della gastrula è ripieno di tuorlo o quando le pareti delle vuote tasche celomiche sono compresse l'una contro l'altra) allora quelle vesciche non devono più essere cavità, ma « *abbozzi massicci* ».



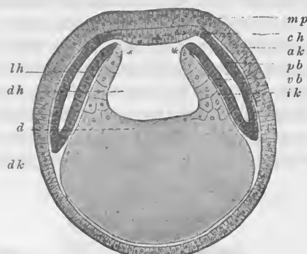
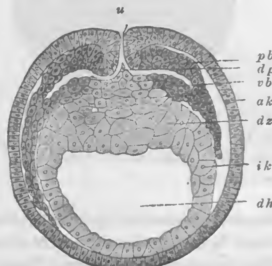


Fig. 84. Fig. 85.
Sezioni schematiche attraverso a celomule di vertebrati. Da Hertwig. Fig. 84 sezione trasversale passante pel prostoma, fig. 85 sezione anteriore al prostoma.

u) Prostoma; *ud*) Intestino primitivo; *d*) Vitello; *dk*) Nuclei vitellini; *dh*) Cavità digerente; *lh*) Celoma; *mp*) Lamina midollare; *ch*) Lamina della corda; *ak*, *ik*) Foglietto esterno ed interno; *pb*) Mesoblasto parietale; *vb*) Mesoblasto viscerale.



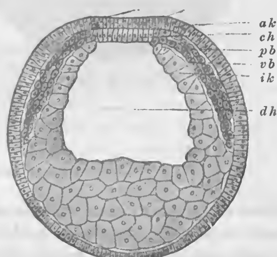


Fig. 86. Fig. 87.
Sezioni di celomule di *Triton*. Da Hertwig. Fig. 86 sezione attraverso il prostoma, fig. 87 sezione davanti il prostoma.

u) Prostoma; *dh*) Cavità intestinale; *dz*) Cellule vitelline; *dp*) Tappo vitellino; *ak*, *ik*) Foglietto esterno ed interno; *pb*) Foglietto medio parietale; *vb*) Foglietto medio viscerale; *ch*) Corda.

Lo *sviluppo del potente vitello di nutrizione nella parete ventrale dell'intestino primitivo* (figg. 82, 83) è la semplice causa cenogenetica che trasformò le sacciformi « tasche celomiche » degli acranii nelle fogliformi « *striscie* celomiche » dei cranioti. Per convincercene non abbiamo che a comparare, seguendo Hertwig, la palingenetica celomula dell'*Amphioxus* (figg. 77, 78) colla corrispondente forma embrionale cenogenetica degli anfibi (figg. 86-88) ed a costrurre il semplice schema che le collega entrambe (figg. 84 e 85).

Immaginiamoci nell'embrione dell'*Amphioxus* (figg. 76-81) la metà ventrale della parete progastrica estesa dall'accumularsi di vitello nutritivo, allora le tasche celomiche

vescicolari (*l h*) devono rimanere compresse ed essere obbligate ad espandersi in forma di sottili piastre doppie fra la parete intestinale e la parete del corpo (figg. 83, 84); questa espansione si fa tanto all'ingiù come all'avanti. Un'immediata connessione fra esse e queste due pareti non esiste. La vera ininterrotta connessione dei due foglietti mediani coi foglietti germinativi primarii si trova solo affatto posteriormente, nella vicinanza del prostoma (fig. 84, *u*). In questo sito importantissimo si trova appunto la *sorgente embriogenica* (« *blastocrene* ») o « zona di accrescimento » dalla quale la celomazione (tanto come la gastrulazione) piglia originariamente le mosse.

Negli embrioni-celomula della salamandra acquatica (*Triton*) è riuscito all'Hertwig di constatare ancora fra i primi abbozzi dei due foglietti mediani i resti delle cavità del corpo che sono presupposte nella forma schematica di passaggio (figg. 84, 85). Tanto nelle sezioni attraverso allo stesso prostoma (fig. 86) come prima di esso (fig. 87) i due foglietti mediani (*p b* e *v b*) si allontanano a tratti l'uno dall'altro e lasciano riconoscere le cavità celomiche pari in forma di strette fessure. Per lo stesso prostoma (fig. 86, *u*) si può in esse penetrare dall'esterno. Qui solo, al margine della bocca primitiva si può constatare il diretto passaggio dei due foglietti mediani nei due foglietti limitanti o foglietti germinativi primarii.

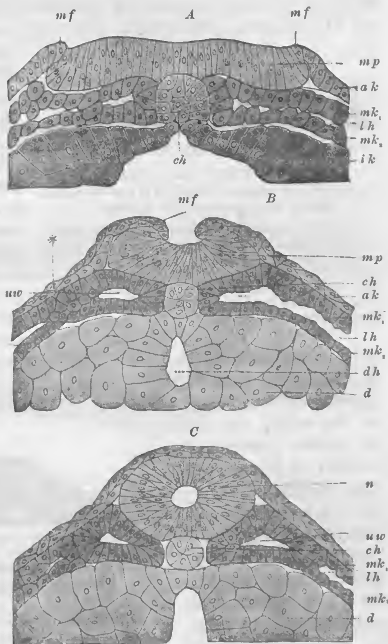


Fig. 88 *A*, *B*, *C*. — Sezioni attraverso la parte dorsale di tre embrioni di *Triton*. Da Hertwig.

Nella figura *A* i rilievi midollari (i margini paralleli della lamina midollare) incominciano a sollevarsi; nella fig. *B* essi crescono l'uno verso l'altro; nella fig. *C* essi si sono uniti e formano il tubo midollare; *mp*) Lamina midollare; *mf*) Pieghe midollari; *n*) Tubo nerveo; *ch*) Corda; *lh*) Celoma; mk_1 ed mk_2) Mesoblasto parietale e viscerale; *uw*) Cavità dei segmenti primitivi; *ak*) Esoderma; *ik*) Entoderma; *dz*) Cellule vitelline; *dh*) Cavità intestinale.

Anche l'inizio della *corda dorsale* in questi embrioni-celomula degli anfibi (fig. 88) mostra affatto le stesse condizioni che nell'*Amphioxus* (figg. 76-79). Essa nasce dalla serie di cellule entodermiche che forma la linea dorsale mediana dell'intestino primitivo e che occupa lo spazio fra le due piatte tasche celomiche (fig. 88, A). Mentre qui nella linea mediana del dorso il centro nerveo si inizia e si distacca come « tubo midollare » dall'esoderma, avviene in pari tempo, immediatamente al di sotto, il distacco della corda dall'entoderma (fig. 88, A, B, C). Al di sotto della corda si forma (dalla metà

entodermica ventrale della gastrula) l'intestino persistente (*enteron*, fig. 88, B, *dh*). Ciò accade pel fatto che i due margini laterali dorsali del foglietto glandulo-intestinale (*ik*) originariamente separati dalla lamina cordale (fig. 88, A, *ch*) si fondono insieme nella linea mediana al di sotto della corda dorsale ed oramai formano da se soli il rivestimento (enteroderma) della cavità intestinale (fig. 88, B, *dh*). Tutte queste importanti modificazioni si compiono dapprima anteriormente nella parte cefalica dell'embrione e di là procedono verso l'indietro; qui, all'estremità posteriore, il contorno della bocca primitiva, l'importante *margine del prostoma* (il *properistoma*) seguita ancora per molto tempo ad essere la sorgente embriogenica (*blastocrene*) o la zona di neoformazione dell'ulteriore sviluppo.

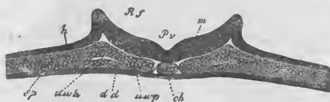


Fig. 89. — Sezione della celomula d'un uccello (di un uovo di gallina al fine del primo giorno d'incubazione). Da Kölliker.

h) Lamina cornea (esoderma); *m*) Lamina midollare; *Rf*) Pieghe dorsali della stessa; *Pv*) Solco midollare; *ch*) Corda; *uwp*) Parte mediale (interna) dei foglietti medii (margine mediale delle tasche celomiche); *sp*) Parte laterale (esterna) delle stesse o lamine marginali; *uwh*) Inizio della cavità celomica; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale.

Non si ha che ad osservare e comparare attentamente le precedenti figure (82-88) per convincersi che in realtà la celomazione palingenetica degli anfibi si può ricavare direttamente dalla forma palingenetica degli acranii (figg. 76-81). Con ragione potè dunque l'Hertwig, basandosi su quel confronto, stabilire la seguente importante proposizione: « Chiusura dell'intestino definitivo al lato dorsale, distacco dei due sacchi celomici dal foglietto germinativo mediano ed origine della corda dorsale sono dunque negli anfibi come nell'*Amphioxus* dei processi che interferiscono intimamente l'uno coll'altro. Anche qui lo staccarsi delle parti menzionate incomincia all'estremità cefalica dell'embrione e procede lentamente all'indietro dove ancora per molto tempo rimane una zona di neoformazione dalla quale dipende l'accrescimento longitudinale del corpo ».

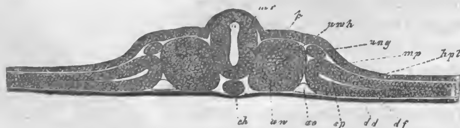


Fig. 90. — Sezione della vertebrella dell'uccello (da un uovo di gallina al secondo giorno d'incubazione). Da Kölliker.

k) Lamina cornea; *mr*) Tubo midollare; *ch*) Corda; *uw*) Segmenti primitivi; *uwh*) Cavità dei segmenti primitivi (resto mediale del celoma); *sp*) Fessura celomica laterale; *hpl*) Foglietto fibroso-cutaneo; *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *ung*) Condotto dei reni primitivi; *a o*) Aorte primitive; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale.

Ora la stessa proposizione è anche valida però per gli *amnioti*, per le tre classi superiori di vertebrati, sebbene qui, per lo sviluppo colossale del vitello nutritivo e pel corrispondente maggior appiattimento del disco germinativo, i processi della celomazione sieno ancora più modificati e di molto più difficile riconoscimento. Poichè però l'intero gruppo degli amnioti non si è sviluppato che in epoca relativamente recente dalla classe degli anfibi, anche la celomazione dei primi deve potersi derivare direttamente da quella di questi ultimi. Di fatto questo è anche il caso, persino dalle antiche rappresentazioni affatto obbiettive, si può indovinare che anche qui le disposizioni essenziali rimangono le stesse. Così il Kölliker già trent'anni fa, nella prima edizione della sua *Storia dell'evoluzione dell'uomo* (1861, pag. 47) rappresentò alcune

sezioni dell'uovo di gallina i cui dati si possono ricondurre a quelli sopra descritti e possono essere interpretati nel senso della teoria celomica dell'Hertwig. Una sezione attraverso all'embrione dell'uovo di gallina incubato, verso il termine del primo giorno di incubazione mostra nella linea mediana della faccia dorsale un largo solco midollare esodermico (fig. 89, R *f*), sotto al cui mezzo sta la corda (*c h*) ed ai due lati di esso un paio di ampii fogli mesodermici (*s p*). Questi contengono una stretta fessura (*u w h*) che non è altro che l'inizio della cavità del corpo. I due fogli che la includono, il superiore foglietto parietale (*h p l*) e l'inferiore foglietto viscerale (*d f*) sono verso l'interno compressi l'un contro l'altro, ma nettamente distinguibili. Ciò diviene anche più evidente un po' più tardi, quando il solco midollare si chiude a formare il tubo nerveo (fig. 90, *m r*). Qui il mesoderma è già diviso dai due lati mediante una piega longitudinale in due porzioni, una piastra interna (mediale) protosegmentale (*u w*) ed una piastra esterna laterale; tanto nella prima (*uwh*) quanto nella seconda (*mp*) è visibile la stretta fessura celomica. Questa si allarga più tardi a formare la cavità celomica secondaria coll'allontanarsi del foglietto fibroso-cutaneo laterale (*h p l*) dal foglietto fibroso-intestinale (*l f*).

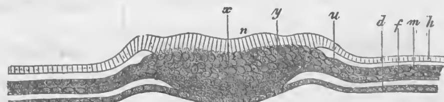


Fig. 91.

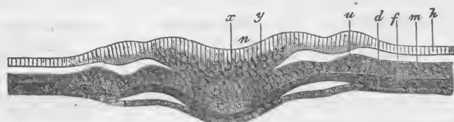


Fig. 92.

Sezione attraverso alla linea primitiva (*prostoma*) del pulcino; fig. 91 poche ore dopo il principio dell'incubazione, fig. 92 alquanto più tardi. Da Waldeyer.

h) Lamina cornea; *n*) Lamina nervea; *m*) Foglietto fibroso-cutaneo; *f*) Foglietto fibroso-intestinale; *d*) Foglietto intestino-ghiandolare; *y*) Linea primitiva o lamina assile, nella quale tutti i quattro foglietti sono in connessione; *x*) Inizio della corda; *u*) Regione del futuro abbozzo dei reni primitivi.

Speciale importanza ha qui il fatto che i quattro foglietti germinativi secondarii sono già anche qui nettamente distinti e facili a separarsi l'uno dall'altro. Solo in un'area limitatissima essi sono ancora intimamente connessi e passano realmente l'uno nell'altro, e questa è l'area della *bocca primitiva*, che negli amnioti è allungata in una fessura longitudinale dorsale, la *gronda primitiva*. I due margini labiali laterali di essa formano la *linea primitiva* che già da gran tempo è conosciuta come la più importante sorgente germinativa e come il punto di partenza di ulteriori processi (la « piastra assile » di Remak). Sezioni attraverso questa « linea primitiva » (figg. 91 e 92) ci mostrano che già molto di buon'ora (nella discogastrula del pulcino già dopo poche ore di incubazione) i due foglietti germinativi primarii si saldano nella linea primitiva (*x*) e che partendo da questa piastra assile inspessita (*y*) i due foglietti mediani crescono a destra e sinistra fra i primi. Le due lamelle dei foglietti celomici, il foglietto fibroso-cutaneo parietale (*m*) ed il foglietto fibroso-intestinale viscerale (*f*) appaiono ancora strettamente appressati l'un l'altro e solo più tardi divaricano per formare la cavità del corpo. Fra i margini interni (mediali) delle due piatte tasche celomiche giace la corda (fig. 92, *x*), la quale anche qui prende origine dalla linea mediana della parete dorsale dell'intestino primitivo.

SESTA TABELLA

Specchio delle diverse forme di gastrulazione dei Vertebrati.

Classi o grandi gruppi dei vertebrati	Uova e vitello di nutrizione	Forma speciale della gastrula	Bocca primitiva o prostoma (= bocca della gastrula, = blastoporo)
I. Acrania (Amphioxus) Acranii	Uova degli acranii, piccole, oloblastiche, senza vitello nutritivo indipendente	**Leptogastrula bilateralis** Intestino primitivo vuoto. L'entoderma è un semplice strato cellulare.	Prostoma stretto, circolare al polo vegetativo del grand'asse; labbro dorsale superiormente, labbro ventrale inferiormente (alla estremità posteriore).
II. Cyclostoma (Petromyzon) Lamprede	Uova delle lamprede, piccole, oloblastiche, con vitello nutritivo segmentato	**Amphigastrula cyclostoma** Intestino primitivo pieno di vitello nutritivo segmentato	Prostoma stretto, circolare al polo vegetativo del grand'asse; labbro dorsale superiormente, labbro ventrale inferiormente.
III. Pisces (Selachii, ganoides partim, teleostei) Pesci	Uova del più dei pesci, meroblastiche, con vitello nutritivo non segmentato più o meno grande	**Discogastrula eurystoma** Intestino primitivo pieno di vitello nutritivo non segmentato, generalmente con sacco vitellino	Prostoma molto ampio, circolare, formato da tutta l'estensione del disco germinativo; labbro dorsale posteriormente, labbro ventrale anteriormente.
IV. Ganoides (partim) (Accipenseridi o storioni)	Uova degli storioni (Condroganoidi), piccole oloblastiche, con vitello nutritivo segmentato, ridotto	**Amphigastrula eurystoma** Intestino primitivo pieno di vitello nutritivo segmentato	Prostoma ampio, formato dall'equatore della sfera dell'uovo; labbro dorsale posteriormente, labbro ventrale anteriormente.
V. Amphibia (Caudate salamandre ed anuri batraci)	Uova degli anfibii, piccole, oloblastiche, con vitello nutritivo segmentato, ridotto	**Amphigastrula stenostoma** Intestino primitivo nella parete ventrale con ghiandola vitellina	Prostoma stretto, con tappo vitellino al polo aborale; labbro dorsale superiormente, labbro ventrale inferiormente.
VI Amniota meroblasta (Reptilia, Aves, Monotrema)	Uova degli amnioti meroblastici, molto grandi, con voluminoso vitello nutritivo non segmentato	**Discogastrula stenostoma** Parete dell'intestino primitivo con grande sacco vitellino ventrale	Prostoma stretto, a mo' di fessura, presentantesi come « gronda primitiva » o linea primitiva; labbro dorsale anteriormente, labbro ventr. posteriormente.
VII. Didelphia (Marsupialia) Marsupiali	Uova dei marsupiali, piccole. Vitello nutritivo svanito. I quattro primi blastomeri uguali	**Epigastrula didelphium** Parete dell'intestino primitivo con piccola vescica vitellina (vescica ombilicale)	Prostoma molto stretto, presentantesi come « gronda primitiva » a mo' di fessura.
VIII. Placentalia Animali placentali o choriata (Animali con chorion)	Uova dei placentali, piccole. Vitello nutritivo svanito. I due primi blastomeri disuguali	**Epigastrula monodelphium** Parete dell'intestino primitivo con piccola vescica vitellina (vescica ombilicale)	Prostoma molto stretto, presentantesi come « gronda primitiva » a mo' di fessura.

SETTIMA TABELLA

Specchio dei nomi dei foglietti germinativi. Composizione degli strati. (Sinonimi dei quattro foglietti germinativi secondarii).

I. Esoderma Foglietto esterno Epiblasto **Ectoblastus**	**II. Mesoderma** Foglietto medio Mesoblasto **Mesoblastus**		**III. Entoderma** Foglietto interno Ipoblasto **Endoblastus**
Foglietto sensorio (Strato della sensazione) **Ectoblasto**	Foglietto motore-germinativo (Strato del moto e strato della riproduzione) **Mesoblasto e mesenchima**		Foglietto trofico (Strato della nutrizione) **Entoblasto**
Foglietto sensitivo **Foglietto neurale** Foglietto limitante esterno *Methorium externum* Foglietto tegumentale animale	Foglietto muscolare **Foglietto parietale** Foglietto mediano esterno *Fibrosum externum* Foglietto fibroso animale	Foglietto vascolare **Foglietto viscerale** Foglietto mediano interno *Fibrosum internum* Foglietto fibroso vegetativo	Foglietto mucoso **Foglietto enterale** Foglietto limitante interno *Methorium internum* Foglietto tegumentale vegetativo
Neuroblasto *Lamina neurodermalis* Foglietto cutaneo-sensitivo **Ectoblasto** (Prodotti principali: cellule di senso e nervi; epidermide)	**Mioblasto** *Lamina inodermalis* Foglietto fibroso-cutaneo **Dermoblasto** (Prodotti principali: cellule muscolari e scheletro; derma).	**Gonoblasto** *Lamina inogastralis* Foglietto fibroso-intestinale **Angioblasto** (Prodotti principali: cellule sessuali e vasi sanguigni).	**Enteroblasto** *Lamina endogastralis* Foglietto mucoso-intestinale **Endoblasto** (Prodotti principali: cellule ghiandolari ed epitelio intestinale; mucosa)
Strato cutaneo *Epidermis*	Strato carnoso *Myodermis*	Strato vascolare *Haemodermis*	Strato mucoso *Gastrodermis*
Parete del corpo Somatopleura Doppio foglietto animale		**Parete dell'intestino** Splanchnopleura Doppio foglietto vegetativo	

OTTAVA TABELLA

Specchio dei quattro grandi gruppi che si possono distinguere nei Metazoi in base al numero dei loro foglietti germinativi.

Gruppo embriologico	Foglietti germinativi	Forma dell'embrione	Classi animali
I. *Animali unifoliati* **Monoblastica** (senza intestino primitivo)	1. **Blastoderma**	**Blastula** (con cavità blastodermica o blastocelo)	BLASTEADI (*Volvocina, Catallacta, Magosphaera*)
II. *Animali bifoliati* **Diploblastica** (con intestino primitivo)	1. **Esoderma** (Ectoblastus) 2. **Entoderma** (Endoblastus)	**Gastrula** (con intestino primitivo e bocca primitiva; *progaster* e *prostoma*).	GASTREADI (*Physemaria, Olynthus, Hydra.* I celenterati inferiori)
III. *Animali trifoliati* **Triploblastica** (con cavità digerente, sistema gastrocanale, sempre senza ano, senza cavità del corpo)	1. **Esoderma** Foglietto cutaneo 2. **Mesoderma** (in forma di mesenchima) Foglietto medio 3. **Entoderma** Foglietto intestinale	**Mesomula** od embrione con mesenchima massiccio fra i due foglietti germinativi primarii	Il più dei CELENTERII (*Spongie, Acraspede, Coralli, Ctenofori, Platodi*). Infimi celomari
IV. *Animali quadrifoliati* **Tetrablastica** (con cavità digerente e con cavità del corpo; il più spesso con ano e con vasi sanguigni)	1. **Foglietto neurale** Foglietto cutaneo-sensitivo Neuroblasto 2. **Foglietto parietale** Foglietto fibroso-cutaneo Mioblasto 3. **Foglietto viscerale** Foglietto fibroso-intestinale Gonoblasto 4. **Foglietto enterale** Foglietto glandulo-intestinale Enteroblasto	**Coelomula** od embrione con cavità digerente e cavità del corpo. Parete intestinale formata dai due foglietti interni (foglietti intestinali), parete del corpo formata dai due foglietti esterni (foglietti cutanei)	Il più dei CELOMARI *Helminthes* (la grande maggioranza) *Mollusca, Echinoderma, Articulata* (*Annelides, Crustacea, Tracheata*), *Tunicata, Vertebrata,* (*Acrania, Craniota*)

NONA TABELLA

Specchio dei sei organi fondamentali (A) e delle tre cavità (B) della cordula e della loro origine dai foglietti germinativi.

A. Gli organi fondamentali della cordula.

I e II. I due foglietti limitanti o foglietti germinativi primarii	Differenziamento dei quattro foglietti germinativi secondarii	Lamine embrionali	Organi fondamentali
I. Organi primitivi del foglietto germinativo esterno o superiore: **Esoderma** od ectoblasto (foglietto animale) Epiblasto	1. Epidermide della cordula (= esoderma della gastrula).	1. CERATOBLASTO Lamina cornea (Ectoblasto di rivestimento)	**1. Epidermis** Epidermide (colle sue appendici)
	2. Parte mediana dorsale della epidermide.	2. NEUROBLASTO Lamina midollare o lamina nervea (Ectoblasto nerveo)	**2. Tubo midollare** Centro nerveo (cervello e midollo spinale) e sistema nerveo periferico
II. Organi primitivi del foglietto germinativo interno od inferiore: **Entoderma** od endoblasto (foglietto vegetativo) Ipoblasto	3. Parte mediana della parete dorsale dell'intestino primitivo.	3. CORDABLASTO Lamina della corda (Endoblasto assile)	**3. Chorda dorsalis** (corda dorsale) Scheletro assile
	4 e 5. I due fogli delle tasche celomiche (lamella esterna ed interna). Porzioni laterali pari della parete dorsale dell'intestino primitivo.	4. MESOBLASTO PARIETALE (foglietto esterno delle tasche celomiche) Lamina dermica	**4. Foglietto fibroso-cutaneo** (foglietto medio esterno) Foglietto fibroso-muscolare della parete del corpo
		5. MESOBLASTO VISCERALE (foglietto interno delle tasche celomiche) Lamina vascolare	**5. Foglietto fibroso-intestinale** (foglietto medio interno) Foglietto fibroso-muscolare della parete intestinale
	6. Parete ventrale dell'intestino primitivo.	6. ENTEROBLASTO (Endoblasto di rivestimento) (Endoblasto intestinale)	**6. Foglietto glandulo-intestinale** Enteroderma (Epitelii del tubo intestinale e delle ghiandole intestinali)

B. Cavità primarie nel corpo della cordula.

I. Cavità animale	Parete formata da epitelii esodermici	1. Tubo nerveo impari	1. Cavità del tubo nerveo **Canale midollare**
II. Cavità vegetative	Parete formata da epitelii entodermici	2*a* e 2*b*. Tasche celomiche pari	2*a* e 2*b*. Cavità del corpo destra e sinistra **Celoma**
		3. Tubo intestinale impari	3. Cavità dell'intestino definitivo **Gastrocelo**

Precisamente nello stesso modo che la celomazione degli uccelli e dei rettili si comporta anche quella dei *mammiferi*. Ciò è da aspettarsi *a priori* poichè certo anche la particolare gastrulazione dei mammiferi è sorta filogeneticamente da quella dei rettili. Qui come colà nasce dall'uovo solcato una *discogastrula stenostoma*, un disco germinativo bifoliato con stretta bocca primitiva o linea primitiva posteriore (confrontare sopra, confer. IX). Anche qui i due foglietti germinativi primarii sono immediatamente connessi solo nell'estensione della linea primitiva (al sito d'invaginazione della blastula) (fig. 93, *pr*), e partendo da questo sito (dal properistoma o margine del prostoma) i due foglietti mediani (*mk*) si estendono crescendo a destra ed a sinistra fra i primi. Nella bella figura che ha dato il Van Beneden della celomula del coniglio (fig. 93) si può allo stesso tempo vedere molto chiaramente che ognuno dei quattro foglietti germinativi secondarii non risulta che da un unico strato di cellule.

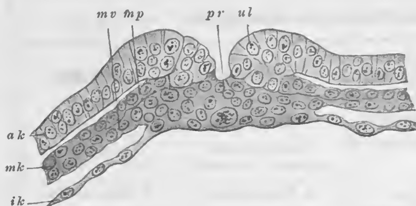


Fig. 93. — Sezione attraverso alla gronda primitiva (o *prostoma*) di un coniglio. Da Van Beneden.

pr) Prostoma; *ul*) Labbra del prostoma (pieghe primitive); *ak* ed *ik*) Foglietto esterno ed interno; *mk*) Foglietto medio; *mp*) Foglietto parietale; *mv*) Foglietto viscerale del mesoblasto.

Come fatto che per la nostra antropogenia ha la massima importanza ed un grande interesse generale noi dobbiamo infine rilevare che anche la quadrifoliata *coelomula dell'uomo* ha affatto la stessa struttura di quella del coniglio (vedi la figura 93). Una sezione fatta dal conte Spee attraverso alla linea primitiva di un giovanissimo disco germinativo umano (fig. 94), ci mostra con tutta chiarezza che anche qui i quattro foglietti germinativi secondarii sono indissolubilmente connessi solo nella linea primitiva e che qui le depresse tasche celomiche pari (*mk*) crescono a destra e a sinistra estendendosi centrifugalmente dal prostoma (*pr*) fra il foglietto germinativo esterno (*ak*) e l'interno (*ik*). Anche qui il foglietto germinativo mediano è costituito fin da principio da due distinti strati cellulari, dal mesoblasto parietale (*mp*) e dal mesoblasto viscerale (*mv*).

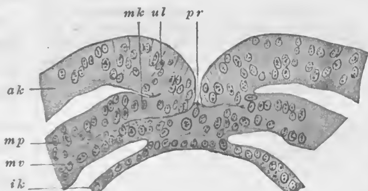


Fig. 94. — Sezione attraverso al prostoma (gronda primitiva) di un uomo, nello stadio di celomula. Dal conte Spee.

(Lettere come nella figura 93).

Per questi concordanti risultati delle migliori ricerche moderne (le quali sono ancora confermate da molte singole osservazioni di numerosi naturalisti che qui non sono ricordati), *l'unità del tipo dei vertebrati*, come già nella *gastrulazione*, è stata constatata anche nella *celomazione*. Qui come colà l'inapprezzabile *Amphioxus*, l'unico superstite degli acranii, ci appare come un puro tipo primitivo che per tenace eredità ci ha conservato fedelmente fino ad oggi in forma palingenetica questi importantissimi processi embriogenetici. Da questo tipo primario si possono derivare per secondarie

modificazioni cenogenetiche tutte le diverse forme di embrionamento dei rimanenti vertebrati, cioè dei cranioti. Il generale originarsi della gastrula da introflessione della blastula che io aveva affermato è oramai chiaramente constatato per tutti i vertebrati; lo stesso vale però per l'origine, affermata dall'Hertwig, dei foglietti germinativi mediani per invaginazione di un paio di tasche celomiche che partono dal margine della bocca primitiva. Come la teoria della gastrea spiega l'origine e l'omologia dei due foglietti germinativi primarii, così spiega la teoria del celoma quella dei quattro foglietti germinativi secondarii. Il luogo d'origine di essi è sempre il « *properistoma* » il primitivo margine della gastrula boccale dove i due foglietti germinativi primarii trapassano direttamente l'uno nell'altro.

Inoltre però la *coelomula* è estremamente importante pel fatto che da essa si origina immediatamente la *chordula*, la ripetizione ontogenetica di quell'antichissima, tipica, inarticolata forma d'elminto che fra il tubo nerveo dorsale ed il tubo intestinale ventrale possiede una corda assile. Questa importantissima cordula (figg. 80-83) ci fornisce un prezioso punto d'appoggio per la nostra filogenesi; infatti essa segna l'importante momento della nostra filogenesi nel quale il tipo dei *cordonii* (tunicati e vertebrati) si separò per sempre dagli altri tipi divergenti dei *metazoi* (articolati, echinodermi, molluschi).



UNDICESIMA CONFERENZA

L'uomo come vertebrato.

« Conosci te stesso! Questo è il fonte d'ogni sapienza, dissero grandi pensatori dell'antichità, e si incise questa massima con caratteri d'oro nei templi degli Dei. Conoscere se stesso era, secondo Linneo, la più essenziale, innegabile superiorità dell'uomo sopra tutte le altre creature. In realtà io non so di alcuna ricerca che sarebbe più degna dell'uomo libero e pensante che la conoscenza di se stesso. Poichè se noi ci chiediamo qual sia lo scopo della nostra esistenza ci è impossibile porlo fuori di noi. Per noi stessi esistiamo! »

Carlo Ernesto Baer (1824).

Unità di tipo dei vertebrati. — Carattere essenziale della struttura del vertebrato. — Amphioxus e Prospondylus, provertebrati. La corda come asse scheletrico centrale. — Regione dorsale animale col tubo nerveo. — Regione ventrale vegetativa col tubo intestinale. Metà cefalica con cervello ed intestino branchiale. — Metà troncale con midollo spinale ed intestino epatico.

Contenuto della undicesima Conferenza.

L'alleanza dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi. — Posizione dell'uomo nel sistema zoologico. — I tipi o *phyla* del regno animale. — Le relazioni filogenetiche fra i dodici tipi animali. — Protozoi e metazoi. — Celenterii e celomari. — L'unità del tipo dei vertebrati compresovi l'uomo. — Tratti caratteristici essenziali dei vertebrati. — *Amphioxus* e l'ipotetico provertebrato (*Prospondylus*). — Divisione del semplice corpo bilaterale in capo e tronco. — Bastone assile o corda. — Gli antimeri o parti simmetriche del corpo. — Tubo midollare o tubo nerveo (cervello e midollo spinale). — Tre paia di organi di sensi (narici, occhi, orecchi). — Guaina della corda (*perichorda*). — Musculatura. — Derma. — Epidermide. — Celoma. — Canal digerente. — Intestino branchiale nella metà cefalica. — Intestino epatico nella metà troncale. — Branchie e polmoni. — Stomaco ed intestino tenue. — Fegato. — Vasi sanguigni e cuore. — Reni primitivi (pronefridii). — Organi sessuali segmentali (gonadi). — Metameria o segmentazione dei vertebrati.

Bibliografia.

JOHANNES MÜLLER, *Handbuch der Physiologie des Menschen*, 1883 (4ª ediz., 1844). — *Grundriss der vergleichenden Anatomie*, 1835-1843 (2ª ediz., 1878).

CARL GEGENBAUR, *Grundriss der vergleichenden Anatomie*, 1874 (2ª ediz., 1878). Traduzione italiana di C. EMERY, *Manuale di anatomia comparata*, Napoli 1882.

THOMAS HUXLEY, *Man's place in nature*, 1863. Trad. ital., *Prove di fatto del posto che tiene l'uomo nella natura*, Milano 1869. — *Manual of the Anatomy of Vertebrated Animals*. Trad. italiana di GIGLIOLI, *Trattato di anatomia comparata dei vertebrati*, Firenze 1874.

CARL GEGENBAUR, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*, 1893 (4ª ediz., 1890). Trad. ital., *Trattato di anatomia umana;* Vallardi, editore.

ROBERT WIEDERSHEIM, *Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere* (3ª edizione, 1893). Trad. italiana di CATTANEO, *Compendio di anatomia comparata dei vertebrati*. — *Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit*, 1887.

XI.

Signori!

Sulla via labirinticamente contorta del nostro sviluppo individuale noi abbiamo già guadagnato vari punti saldi colla conoscenza di quelle importantissime forme embrionali che noi abbiamo distinto coi nomi di citula, morula, blastula, gastrula, celomula e cordula. Ora però ci sta davanti il difficile còmpito di derivare dalla conformazione della semplice *cordula* la complicata conformazione del corpo umano con tutte le sue diverse parti, organi, membri, ecc. Abbiamo già precedentemente considerata l'origine di questa forma embrionale a quattro foglietti dalla gastrula bifoliata. I due foglietti germinativi primari che formano l'intero corpo della gastrula ed i due fogli mediani della celomula, che si sono sviluppati fra di essi, sono i quattro semplici strati cellulari od epitelii dai quali soli si costruisce il complicato edifizio del corpo perfetto dell'animale e dell'uomo. La conoscenza del processo di tale costruzione è così difficile che cercheremo dapprima un'alleata che ci aiuterà a sorpassare molti ostacoli.

Questa potente alleata è la scienza dell'*anatomia comparata.* Essa ha lo scopo, di ricercare colla comparazione delle forme animali sviluppate nei diversi gruppi animali le leggi generali dell'organizzazione secondo le quali si costruisce il corpo animale; nello stesso tempo, valutando criticamente il grado di differenza che intercede fra le diverse classi ed i maggiori gruppi animali, essa deve stabilire i rapporti sistematici della loro affinità. Mentre una volta s'intendeva questo còmpito in senso teleologico e si cercava nelle disposizioni realmente adatte del corpo animale un « piano di struttura » prestabilito dal Creatore, recentemente, collo stabilimento della teoria della discendenza, l'anatomia comparata è divenuta molto più profonda, il suo còmpito filosofico si è elevato a cercare di spiegare la diversità delle forme organiche per mezzo dell'*adattamento*, la loro somiglianza per mezzo dell'*eredità.* In pari tempo essa deve nelle diverse gradazioni dell'affinità morfologica cercare di riconoscere il diverso grado di consanguineità e di costruire approssimativamente l'*albero genealogico* del regno animale. Per tal modo l'anatomia comparata è venuta nella più intima connessione da un lato coll'ontogenesi comparata, dall'altro colla sistematica dei corpi organici.

Se noi ora ci domandiamo quale posizione occupi l'uomo fra gli altri organismi secondo le più recenti conquiste dell'anatomia comparata e della sistematica, come si presenti la posizione dell'uomo nel sistema zoologico in seguito alla comparazione delle forme corporee sviluppate, noi otteniamo su ciò una risposta decisa e significantissima, e questa risposta ci dà indicazioni straordinariamente importanti per comprendere ed interpretare filogeneticamente l'evoluzione individuale. Dopo Cuvier e Baer, dopo i grandiosi progressi portatici da questi due grandi zoologi nel primo

decennio del nostro secolo, venne universalmente accettata l'opinione che tutto il regno animale si divida in un piccolo numero di grandi divisioni principali o tipi. Si chiamano *tipi* perchè entro ciascuna di queste divisioni si mantiene costante una certa struttura tipica o caratteristica. Recentemente, dopo aver applicata a questa celebre teoria dei tipi la teoria della discendenza, noi siamo giunti alla cognizione che questo « tipo » comune è la conseguenza dell'*eredità;* fra tutti gli animali di un tipo intercedono relazioni di immediata consanguineità, tutti sono membri di uno stipite e possono essere derivati da una forma-stipite comune. Cuvier e Baer ammisero quattro di tali tipi: i vertebrati (*vertebrata*), articolati (*articulata*), molluschi (*mollusca*) e raggiati (*radiata*). I tre primi di questi quattro antichi tipi sussistono ancora oggidì e possono essere considerati come unità filogenetiche naturali, come *tipi* o *phyla* intesi in senso evoluzionistico. Affatto diversamente va la cosa pel quarto tipo, quello dei raggiati. Questi raggiati, che al principio del nostro secolò erano ancora molto mal noti, formavano allora il ripostiglio in cui si gettavano alla rinfusa tutti gli animali inferiori non appartenenti a quei tre primi tipi. Quando poi, nel corso degli ultimi sessant'anni, si apprese a conoscerli meglio risultò che fra essi devono essere distinti almeno da quattro ad otto tipi diversi. Con ciò il numero complessivo dei *phyla* o tipi animali è salito ora ad 8 a 12 (cfr. la XX conferenza).

Ora questi dodici tipi del regno animale non sono per nulla coordinati e dipendenti gli uni dagli altri, ma stanno fra di loro in rapporti determinati e parzialmente subordinati ed hanno un significato filogenetico molto diverso gli uni dagli altri. Essi non devono dunque venir ordinati semplicemente in una serie gli uni dopo gli altri come sino a vent'anni fa si faceva quasi generalmente e come si vede ancor oggi in molti trattati. Piuttosto essi devono essere riuniti in tre gruppi principali subordinati, di valore affatto diverso, ed i singoli tipi devono essere ordinati filogeneticamente secondo quei principii che io stabilii dapprima nel 1872 nella mia monografia delle calcispongie (I, p. 465) e svolsi più oltre nei miei « Studii sulla teoria della gastrea ». Secondo essi noi dobbiamo dapprima separare gli unicellulari *protozoi* (*protozoa*) dai pluricellulari *metazoi* (*metazoa*); solo questi ultimi, non i primi, mostrano gli importanti processi della segmentazione dell' uovo e della gastrulazione; solo i metazoi possiedono un intestino primitivo, formano foglietti germinativi e tessuti.

I metazoi, animali con tessuti o animali intestinati, si scindono poi alla loro volta in due divisioni principali, secondochè fra i due foglietti germinativi primari si sviluppa o no una cavità del corpo; noi possiamo distinguere questi due gruppi principali come *celenterii* (*coelenteria*) od animali inferiori e *celomari* (*coelomaria*) od animali superiori; i primi vengono spesso anche detti *zoophyta* o *coelenterata*, gli ultimi *bilateria* o *bilaterata*. Questa distinzione è tanto più importante inquantochè i celenterii (privi di celoma) non hanno mai sangue e vasi sanguigni, inoltre loro manca sempre l'ano. I bilaterii invece (con cavità del corpo) possiedono generalmente anche un ano come pure sangue e vasi sanguigni. Ai *celenterii* appartengono quattro tipi: gli *histonagi* (i più antichi metazoi, blasteadi e gastreadi), le *spongiae* (spugne), i *cnidaria* (cnidari) ed i *platodes* (platodi). Per contro fra i *bilaterii* o *celomarii* noi possiamo distinguere non meno di sei tipi: fra questi i bassi elminti (*helminthes*) formano il gruppo-stipite comune (derivato dai platodi), da cui i cinque rimanenti gruppi tipici dei celomarii si sono svolti: gli inarticolati molluschi (*mollusca*), i quinqueradiati echinodermi (*echinoderma*), gli articolati (*articulata*), i tunicati (*tunicata*) ed i vertebrati (*vertebrata*).

L'uomo, pel complesso della sua struttura, è un vero vertebrato e si sviluppa dall'uovo fecondato nella stessa guisa che è caratteristica degli altri vertebrati. Su questo fatto fondamentale non può più sussistere presentemente il minimo dubbio e nemmeno sul fatto che tutti i vertebrati formano un'unità filogenetica naturale, *un unico tipo*. Infatti tutti i membri di questo tipo, dall'amphioxus e dai ciclostomi su sino alle scimmie ed all'uomo, hanno la stessa caratteristica posizione, connessione ed evoluzione degli organi centrali e si svolgono nella stessa guisa dalla comune forma embrionale della cordula. Senza addentrarci ora nella difficile questione dell'origine di questo tipo, noi dobbiamo tuttavia fin d'ora stabilire l'importante fatto che il tipo dei vertebrati con sei degli undici rimanenti tipi non ha affatto alcuna diretta parentela; questi sei *phyla* più remoti sono gli infusorii, spugne, cnidari, molluschi, articolati ed echinodermi. Sussistono invece importanti ed in parte prossimi rapporti filogenetici coi cinque altri *phyla:* coi rizopodi (per mezzo delle amebe), cogli istonagi (per mezzo della blastula e della gastrula), coi platodi ed elminti (per mezzo della celomula), come pure coi tunicati (per mezzo della cordula).

In qual modo, allo stato presente delle nostre conoscenze, si debbano intendere questi rapporti filogenetici e qual posizione spetti per conseguenza ai vertebrati nell'albero genealogico del regno animale, dovremo ricercare più tardi (nella XX conferenza). Pel momento sarà nostro più prossimo còmpito di esaminare ancor più esattamente i *caratteri di vertebrato proprii dell'uomo* e sopratutto di rilevare le particolarità essenziali di struttura per le quali il tipo dei vertebrati si distingue nettamente dagli undici rimanenti tipi del regno animale. Solo da queste considerazioni anatomico-comparative noi saremo posti in grado di orientarci sulla difficile strada della nostra ontogenesi. Infatti lo sviluppo anche del più semplice ed inferiore vertebrato da quella semplice *cordula* (figg. 80-83) è pur sempre un processo così intricato e difficile da seguirsi che si deve necessariamente conoscere già i fondamenti dell'organizzazione del vertebrato adulto per poter comprendere l'andamento della sua evoluzione. È però ugualmente necessario che noi in questa superficiale caratteristica anatomica dell'organismo dei vertebrati ci teniamo solo ai fatti *essenziali* lasciando da parte quanto v'ha di secondario. Abbozzandovi dunque un quadro anatomico ideale della forma fondamentale del vertebrato e della sua interna struttura io lascio da parte tutti i caratteri secondari e mi limito solo ai tratti caratteristici più importanti.

Certamente molto vi parrà « essenzialissimo » di ciò che in luce dell'anatomia comparata e della storia dello sviluppo non ha che un'importanza subordinata, secondaria, od anche è affatto irrilevante. Insignificanti in questo senso sono, per esempio, il cranio e la colonna vertebrale, insignificanti sono infine le estremità. È vero che queste parti del corpo hanno un'importanza *fisiologica* grandissima, anzi massima. Ma pel concetto *morfologico* del vertebrato esse sono indifferenti perchè esse si trovano solo nei vertebrati superiori, ma agli inferiori mancano. Gli infimi vertebrati non hanno nè cranio, nè vertebre, nè estremità. Anche l'embrione umano attraversa uno stadio in cui parimente non ha ancora nè cranio, nè vertebre, in cui il tronco appare ancora completamente semplice, in cui di estremità, di braccia e di gambe non vi è ancora traccia. In codesto stadio di sviluppo l'uomo ed ogni altro vertebrato superiore rassomiglia essenzialmente a quella semplicissima forma di vertebrato che non è più conservata per tutta la vita che da un solo dei vertebrati presentemente viventi. Quest'unico semplicissimo vertebrato, che merita la massima considerazione e che dopo l'uomo è indubbiamente il più interessante di tutti i vertebrati, è il celebre *Amphioxus*

del quale abbiamo già più volte parlato (tav. X ed XI). Siccome noi dovremo studiarlo minutamente più tardi (nelle confer. XVI e XVII) non premetterò qui su di esso che poche considerazioni.

L'*Amphioxus* vive sepolto nella sabbia del mare, raggiunge una lunghezza di 5-7 centimetri ed ha, allo stato completamente adulto, la forma di una semplice foglia lanceolata. Per ciò venne chiamato lancetta (Lanzetthierchen). Il corpo stretto è compresso da ambo i lati, all'avanti od all'indietro quasi ugualmente appuntito, senza alcuna traccia di appendici esterne, senza divisione del corpo in capo, collo, torace, addome, ecc. La sua forma complessiva è così semplice che il suo primo scopritore lo credette una limaccia nuda. Solo molto più tardi, mezzo secolo fa, questa notevole creaturina fu più minutamente studiata e risultò che essa è un vero vertebrato. Più recenti ricerche hanno mostrato che esso ha la massima importanza per l'ontogenesi ed anatomia comparata dei vertebrati e perciò anche per la filogenesi dell'uomo. Infatti l'*Amphioxus* ci tradisce l'importante secreto dell'origine dei vertebrati dagli invertebrati elminti e pel suo sviluppo e per la sua struttura corporea si rannoda direttamente a certi tunicati inferiori, alle *ascidie.*

Se noi ora attraverso al corpo di questo *Amphioxus* conduciamo diverse sezioni, prima sezioni verticali longitudinali per tutta la lunghezza del corpo dall'avanti allo indietro e poi sezioni verticali da destra a sinistra, allora noi otteniamo imagini anatomiche che per noi sono molto istruttive (cfr. figg. 95-99 e tav. X ed XI). Esse infatti corrispondono essenzialmente all'ideale che per astrazione e coll'aiuto dell'anatomia ed ontogenesi comparate possiamo farci del *prototipo del vertebrato*, della forma estinta da gran tempo cui tutto il tipo deve la sua origine. Poichè noi teniamo per indubbia l'unità filogenetica del tipo dei vertebrati ed ammettiamo per tutti i vertebrati, dall'*Amphioxus* su fino all'uomo, una comune origine da un'antichissima forma-stipite, così noi siamo anche in diritto di farci di questo *provertebrato* (*Prospondylus* o *Vertebraea*) una determinata rappresentazione morfologica. Non abbiamo che a fare poche ed insignificanti modificazioni nelle sezioni reali dell'*Amphioxus* ed otteniamo una simile figura anatomica ideale o schema della forma primitiva del vertebrato, come mostrano le figg. 95-99. L'*Amphioxus* differisce così poco da questa forma primitiva che noi possiamo addirittura considerarlo in un certo senso come un « *provertebrato* » modificato (cfr. tav. X ed XI colle figg. 95-99).

La forma esterna del nostro ipotetico provertebrato era in ogni caso molto semplice, e probabilmente più o meno simile a quella dell'*Amphioxus.* Il corpo bilateralmente simmetrico sarà stato allungato e lateralmente compresso (figg. 95-97), in sezione ovale (figg. 98, 99). Esterna segmentazione ed appendici esterne in forma di estremità, gambe o pinne, mancavano. Per contro la divisione del corpo in due sezioni principali, capo e tronco nel *Prospondylus* sarà forse stata più netta che nel suo poco modificato proavo, l'*Amphioxus.* In entrambi questi animali il *capo* o metà anteriore del corpo contiene altri organi principali che non il tronco e ciò tanto dorsalmente che ventralmente. Poichè questa importante divisione si trova già anche nelle ascidie, quei notevoli parenti invertebrati dei vertebrati, così ci è lecito ammettere che essa sussisteva già nei *prochordonii*, comuni antenati delle due stirpi. Essa è anche bene espressa nelle forme giovanili dei ciclostomi (tav. XI, fig. 16); e ciò è tanto più interessante inquantochè questa forma larvale palingenetica forma anche per altri rispetti un importante anello di congiunzione fra i vertebrati superiori da un lato e gli acranii (*acrania*) dall'altro.

Il *capo degli acranii*, cioè la metà anteriore del corpo (tanto del reale *Amphioxus* quanto dell'ideale *Prospondylus*), contiene nella metà ventrale l'intestino branchiale ed il cuore, nella dorsale il cervello e gli organi dei sensi. Il *tronco* invece o la metà posteriore del corpo racchiude nella metà ventrale l'intestino epatico e le ghiandole sessuali, nella dorsale invece il midollo spinale e la maggior parte della musculatura.

Nella sezione longitudinale attraverso allo schema del vertebrato (fig. 95) si vede nel mezzo del corpo un bastone esile e flessibile ma solido, di forma cilindrica che termina acuminato avanti ed indietro (*ch*). Esso scorre longitudinalmente per tutto il corpo e forma il vero asse scheletrico centrale, l'originaria base della futura spina dorsale o colonna vertebrale. È questo il *bastone assile* o *chorda dorsalis*, detta anche *chorda vertebralis*, corda vertebrale o dorsale, *notochorda* o brevemente *chorda*. Questo bastone assile solido, ma in pari tempo pieghevole ed elastico, risulta di una massa cellulare simile a cartilagine e forma l'interno scheletro assile od impalcatura centrale del corpo, la quale è propria esclusivamente dei vertebrati e tunicati, e che manca totalmente a tutti gli altri animali. Come primo abbozzo della spina dorsale esso ha in tutti i vertebrati, dall'*Amphioxus* su fino all'uomo, sempre la stessa importanza fondamentale. Ma solo nell'*Amphioxus* e nei ciclostomi la corda conserva per tutta la vita la sua semplicissima conformazione. Nell'uomo e tutti i vertebrati superiori essa non si trova invece che nei primissimi stadi embrionali e viene più tardi sostituita dalla colonna vertebrale articolata.

Il bastone assile o corda è il reale, solido asse principale del corpo del vertebrato, e nello stesso tempo corrisponde all'asse longitudinale ideale e ci serve d'indice sicuro per orientarci sui rapporti generali di posizione degli organi più importanti dei vertebrati. Noi c'immaginiamo così il corpo del vertebrato nella sua posizione primitiva naturale coll'asse longitudinale orizzontale, il lato dorsale superiormente, il ventrale inferiormente (fig. 95). Se noi per questo asse longitudinale conduciamo per tutta la sua lunghezza una sezione verticale, allora l'intero corpo si scinde in due metà laterali che sono simmetricamente uguali, una metà destra ed una sinistra. In entrambe le metà giaciono *originariamente* gli stessi organi nella stessa vicendevole posizione e connessione; solo il loro rapporto di posizione col piano verticale di sezione o piano mediano è precisamente inverso; la metà sinistra è l'immagine speculare della destra. Queste due metà le chiamiamo *antimeri* o parti opposte. Per quel piano verticale di sezione, il quale divide le due metà, scorre dal dorso al ventre, in corrispondenza colla sutura sagittale del cranio, l'*asse sagittale* od asse dorso-ventrale. Se noi invece conduciamo attraverso alla corda una sezione longitudinale *orizzontale*, allora il corpo ne viene scisso in una metà dorsale ed una ventrale. Quella linea di sezione, che, passando attraverso il corpo, va dal lato destro al sinistro, è l'*asse trasversale, asse frontale* od asse laterale (cfr. tav. IV e V) (84).

Le due metà laterali del vertebrato, le quali vengono divise da questi assi trasversi-orizzontali e nello stesso tempo dalla corda hanno un valore affatto diverso. La *metà dorsale* è prevalentemente la parte *animale* del corpo e contiene la massima parte dei cosidetti organi animali, il sistema nerveo, il sistema muscolare, il sistema osseo, e così via; strumenti del moto e della sensazione. La *metà ventrale* invece è essenzialmente la parte *vegetativa* del corpo e contiene la massima parte degli organi vegetativi del vertebrato: il sistema digerente e circolatorio, il sistema genitale, ecc., strumenti del nutrimento e della riproduzione. Così alla formazione della metà dorsale prende parte sopratutto il foglietto germinativo esterno; a quella invece della metà

ventrale sopratutto quello interno. Ciascuna delle due metà si sviluppa in forma di un tubo ed include una cavità nella quale è incluso un altro tubo. La metà dorsale contiene la stretta cavità della colonna vertebrale, cioè il canale vertebrale collocato *al disopra* della corda, nel quale giace il sistema nerveo centrale pure tubulare, il *midollo spinale*. La metà ventrale invece contiene la molto più ampia cavità delle viscere o cavità del corpo, collocata *al disotto* della corda e nella quale giace il *canal digerente* con tutte le sue appendici.

Il *tubo midollare*, come vien detto il sistema nerveo centrale dei vertebrati, cioè l'organo psichico nella sua forma primitiva, risulta nell'uomo ed in tutti i vertebrati superiori da due parti molto differenti: l'ampio cervello che sta nel capo all'interno del cranio ed il lungo midollo spinale, che da esso si estende su tutta la parte dorsale del tronco (tav. V, figg. 11-16 *n*). Anche nel nostro provertebrato questa composizione è già accennata. La metà anteriore del corpo, la quale corrisponde al capo, include una vescica claviforme, il cervello (*g h*); questo si prosegue posteriormente in un tubo cilindrico più esile, il midollo spinale (*r*). Quest'importantissimo organo psichico, da cui dipendono la sensazione, la volontà ed il pensiero dei vertebrati, si presenta dunque qui ancora in forma estremamente semplice. La spessa parete del tubo nerveo che immediatamente sopra alla corda dorsale scorre per l'asse longitudinale del corpo, include uno stretto canale centrale pieno di liquido (figg. 95-99 *r*). Il tubo midollare ancora oggidi appare transitoriamente nello stesso semplice aspetto nello embrione di tutti i vertebrati (cfr. tav. V, figg. 11-13), e nella stessa semplicissima forma permane tutta la vita ancora oggidì nell'*Amphioxus;* solamente nel suo cilindrico tubo midollare è leggermente accennata la distinzione di cervello e midollo spinale. Il midollo spinale dell'*Amphioxus* scorre come sottile, lungo tubo di diametro quasi eguale al disopra della corda per quasi tutto l'asse del corpo (tav. XI, fig. 15), e solo affatto anteriormente un piccolo rigonfiamento di esso ci mostra il rudimento di una vescica cerebrale. Probabilmente questa particolarità dell'*Amphioxus* dipende dalla parziale regressione del suo capo, poichè da una parte le larve di ascidie (tav. X, fig. 5), dall'altra i giovani ciclostomi (tav. XI, fig. 16) mostrano chiaramente la separazione del cervello vescicolare o midollo cefalico dal sottile e tubulare midollo dorsale.

Dalla stessa causa filogenetica dipende forse anche l'imperfetta natura degli *organi di senso* dell'*Amphioxus* dei quali parleremo più oltre (nella XVI conferenza). Il *Prospondylus* invece ha verosimilmente posseduto tre specie di organi di senso, sebbene di natura molto semplice: un paio di fossette olfattive (al tutto anteriormente) (figg. 95, 96, *n a*), un paio di occhi (*au*) sulla parete laterale del cervello, e posteriormente un paio di semplici otocisti (*cg*) o vescicole uditive. Forse vi era inoltre, al disopra, sul vertice un « occhio-apicale » impari (occhio parietale od occhio pineale) (*epiphysis, e*).

Nel piano verticale mediano, cioè nel piano mediano che divide il corpo bilaterale in una metà destra ed una sinistra, giace nei cranioti al disotto della corda il mesenterio ed il tubo intestinale, al disopra il tubo midollare e su questo un dissepimento membranoso che separa le due metà del corpo o gli antimeri. Con questo dissepimento è legata la massa di tessuto connettivo che avvolge a mo' di guaina tanto il tubo midollare quanto la sottostante corda, che perciò è detta *guaina della corda* (*perichorda*); essa risulta da quella parte dorsale e mediana delle tasche celomiche che noi nell'embrione dei cranioti abbiamo imparato a conoscere sotto il nome di *lamina scheletrica* o « sclerotomo ». Mentre in questi ultimi da quest'astuccio della corda nasce la parte più importante dello scheletro, colonna vertebrale e cranio, essa conserva

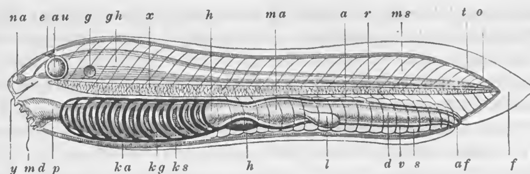


Fig. 95.

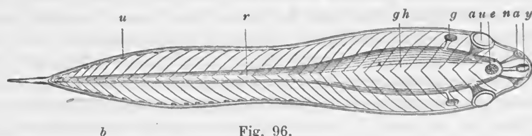


Fig. 96.

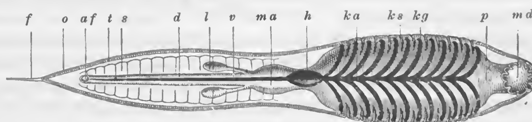


Fig. 97.

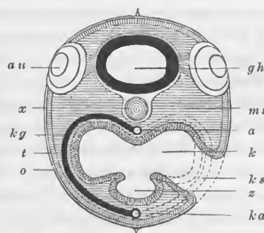


Fig. 98.

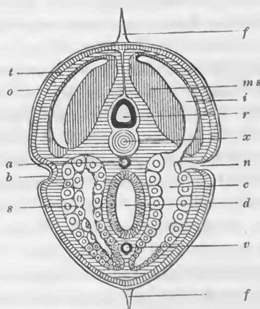


Fig. 99.

Figg. 95-99. — Il provertebrato ideale (*Prospondylus*). Schema.
Fig. 95, veduta laterale (da sinistra); fig. 96, veduta dorsale; fig. 97, veduta ventrale; fig. 98, sezione trasversale del capo passante a sinistra per la tasca branchiale, a destra per la fessura branchiale; fig. 99, sezione trasversale del tronco (incontrante a destra un canale pronefridiale).

a) Aorta; *af*) Ano; *au*) Occhio; *b*) Solco laterale (canale dei reni primitivi); *c*) Celoma (cavità del corpo); *d*) Intestino tenue; *e*) Occhio parietale (epifisi); *f*) Orlo cutaneo " pinna "; *g*) Vescicole uditive; *gh*) Cervello; *h*) Cuore; *i*) Cavità muscolare (tasca celomica dorsale); *k*) Intestino branchiale; *ka*) Arteria branchiale; *kg*) Archi vascolari branchiali; *ks*) Fessure branchiali; *l*) Fegato; *ma*) Stomaco; *md*) Bocca; *ms*) Muscoli; *na*) Narice (fossa olfattiva); *n*) Canalicoli renali; *u*) Loro aperture; *o*) Epidermide; *p*) Faringe; *r*) Midollo spinale; *s*) Ghiandole sessuali (gonadi); *t*) Derma (*corium*); *u*) Aperture renali (pori del solco laterale); *v*) Vena intestinale (vena principale); *x*) Corda dorsale; *y*) Ipofisi (appendice cerebrale); *z*) Solco faringeo o solco branchiale (solco ipobranchiale).

invece negli acranii la semplice forma di una molle massa connettiva dalla quale sottili setti membranosi si addentrano tra le singole lamine musculari o miotomi (figg. 95, 96, *ms*).

A destra ed a sinistra dell'astuccio della corda, da ambo i lati del tubo midollare noi vediamo in tutti i vertebrati le potenti masse muscolari che compongono la *muscolatura* del tronco e determinano i suoi movimenti. Sebbene esse nei vertebrati sviluppati siano straordinariamente differenziate e complesse (in relazione colle molte parti differenziate dell'impalcatura ossea), tuttavia nel nostro provertebrato ideale noi possiamo distinguere solo due paia di muscoli principali i quali parallelamente alla corda scorrono per tutta la lunghezza del corpo. Questi sono i superiori (dorsali) e gli inferiori (ventrali) *muscoli laterali del tronco*. I superiori (dorsali) cioè i primitivi *muscoli dorsali* (fig. 99, *ms*) formano la densa massa carnosa del dorso. Gli inferiori (ventrali), od i *muscoli ventrali primitivi*, formano invece la carnosa parete ventrale. Tanto i i primi che i secondi sono segmentati e risultano di una doppia serie di piastre muscolari (figg. 95, 96, *ms*); il numero di questi miotomi determina il numero dei metameri o segmenti del tronco. I miotomi si sviluppano parimente dalla parete delle tasche celomiche (fig. 99, *i*).

Esternamente a questo tubo carnoso noi troviamo il saldo invoglio esterno del corpo del vertebrato che è chiamato derma, *corion* (cuoio) oppure *cutis* (cute) (Tav. IV, *l*). Questo invoglio fitto e resistente nei suoi strati più profondi risulta prevalentemente da grasso e tessuto connettivo lasso, nei suoi strati più superficiali da muscoli cutanei e tessuto connettivo più fitto. Esso si estende in forma di tegumento continuo su tutta la superficie del carnoso corpo ed in tutti i cranioti ha notevole spessore. Nei nostri acranii invece la cute non è che una sottile lamella di tessuto connettivo, un'insignificante « lamella corii » (figg. 95-99, *t*).

Immediatamente sopra alla cute giace esternamente l'epidermide (*epidermis*, *o*), l'invoglio generale di tutta la superficie esterna. Da quest'epidermide si producono nei vertebrati superiori i peli e capelli, le unghie, gli artigli, le piume, le scaglie, ecc. Essa con tutte le sue appendici e produzioni risulta solo di semplice cellule e non contiene alcun vaso sanguigno. Le sue cellule son connesse colle terminazioni dei nervi sensitivi. Originariamente l'epidermide è un semplicissimo invoglio della superficie esterna del corpo, composto solo di cellule omogenee, una permanente « lamina cornea ». In questa semplicissima forma, come epitelio ad un solo strato, essa si inizia in tutti i vertebrati e persiste tutta la vita negli acranii. Più tardi, nei vertebrati superiori essa si inspessisce e si differenzia in due strati, un esterno strato corneo più saldo ed un interno più molle strato mucoso; allora da essa crescono anche molte appendici esterne ed interne, all'esterno i capelli, unghie, artigli, ecc., all'interno le ghiandole sudoripare, sebacee, ecc.

Probabilmente nel nostro provertebrato la pelle si sollevava nella linea mediana del corpo in forma di un orlo o *pinna verticale* (*f*). Una simile pinna che gira attorno alla massima parte del corpo possiedono ancora oggidì l'*Amphioxus* ed i ciclostomi; ne troviamo una uguale nella coda delle larve di pesci e nelle larve o girini di rane.

Dopo aver considerato queste parti esterne del corpo del vertebrato ed i suoi *organi animali* che occupano prevalentemente la *metà dorsale* superiore alla corda, volgiamoci agli *organi vegetativi* i quali giaciono in massima parte nella *metà ventrale* inferiormente al bastone assile. Qui noi troviamo in tutti i cranioti una grande *cavità del corpo* o cavità viscerale. L'estesa cavità del corpo, che racchiude la massima

parte delle viscere, non corrisponde che ad una parte del primitivo celoma che noi abbiamo considerato nella X conferenza; si può dunque distinguerla col nome di *metaceloma.* Per solito essa viene per brevità chiamata celoma; una volta la si diceva in anatomia « cavità pleuroperitoneale ». Nell'uomo ed in tutti gli altri mammiferi (ma solo in questi) questo celoma si divide allo stato perfetto in due diverse cavità, che sono completamente separate per mezzo di un setto trasversale, il muscoloso diaframma. La cavità anteriore o *cavità toracica* (cavità pleurale) contiene l'esofago, il cuore ed i polmoni; la posteriore o *cavità addominale* (cavità peritoneale) contiene stomaco, tenue, crasso, fegato, milza, reni, ecc. Ma negli embrioni dei mammiferi queste due cavità, prima che sia sviluppato il diaframma, costituiscono un'unica continua cavità del corpo, un semplice celoma, e così noi troviamo quest'ultimo per tutta la vita in tutti i vertebrati inferiori. Questo celoma è tappezzato da un delicato strato cellulare, l'*epitelio celomico.* Negli acranii il celoma è segmentato tanto dorsalmente che ventralmente, come mostrano chiaramente le sue metameriche tasche muscolari e gli organi urogenitali (fig. 99).

Il più importante di tutti i visceri della cavità del corpo è il *canal digerente,* quell'organo che nella gastrula costituisce tutto il corpo. In tutti i vertebrati esso è un lungo tubo incluso nella cavità del corpo, a tratti più o meno differenziati, e possiede due aperture: un'apertura boccale per l'entrata degli alimenti (figg. 95, 97, *md*) ed un'apertura anale per l'uscita delle sostanze inutilizzabili od escrementi (*ap*). Col canale digerente (tav. IV, V, *d*) sono connesse numerose ghiandole che hanno la massima importanza pel corpo del vertebrato e che tutte sono produzioni del canale stesso. Tali ghiandole sono le ghiandole salivari, i polmoni, il fegato e numerose ghiandole minori. Quasi tutte queste appendici mancano ancora negli acranii; solo un paio di semplici vesciche epatiche (figg. 95, 97, *l*) erano probabilmente già presenti nella forma stipite dei vertebrati. La parete tanto del vero canale digerente come di tutte queste appendici è formata da due differenti strati: l'interno rivestimento cellulare è il *foglietto glandulo-intestinale,* l'esterno invoglio fibroso invece nasce dal *foglietto fibroso-intestinale;* esso è composto in massima parte di fibre muscolari che determinano i moti digestorii dell'intestino e da fibre di tessuto connettivo che formano un saldo invoglio. Una continuazione di esso è il *mesenterio,* sottile foglio nastriforme mediante il quale il tubo intestinale è fissato al lato ventrale della corda, esso è in origine la parete dorsale di separazione fra le due tasche celomiche (tav. IV, fig. 8, *t*). Il canale intestinale tanto nei vertebrati, presi complessivamente, quanto nelle singole divisioni è variamente conformato, tuttavia il suo fondamento primitivo è dappertutto lo stesso ed è semplicissimo. Di regola il tubo digerente è più lungo (talora molte volte più lungo) del corpo e perciò nell'interno della cavità viscerale sta disposto in molte circonvoluzioni, specialmente nella parte posteriore. Inoltre nell'uomo e nei vertebrati superiori, esso è differenziato in varie regioni spesso separate da valvole; cavità boccale, faringe, esofago, stomaco, intestino tenue, crasso e retto. Tutte queste parti si producono da una forma iniziale semplicissima che originariamente (come per tutta la vita nell'*Amphioxus*) è quella di un canale cilindrico affatto diritto che scorre sotto la corda dall'avanti all'indietro (confrontare la tav. XI, figg. 15, 16).

Siccome il canal digerente dal punto di vista morfologico può essere considerato come il più antico ed importante organo del corpo animale, è interessante di comprendere bene i caratteri essenziali che esso presenta nel vertebrato astraendo da

tutte le parti accessorie. Sotto questo rapporto si deve particolarmente far rilevare che il *canal digerente in tutti i vertebrati* mostra una divisione molto caratteristica in *due sezioni principali*, una camera anteriore ed una camera posteriore. La camera anteriore è l'*intestino cefalico* od intestino branchiale (figg. 95-97, *pk*) e serve sopratutto alla respirazione. La sezione posteriore è l'*intestino epatico* od intestino del tronco ed è destinato alla *digestione* (*ma*, *d*).

In tutti i vertebrati nella sezione anteriore dell'intestino cefalico si formano molto per tempo a destra e sinistra speciali fessure che hanno il più intimo nesso colla primitiva funzione respiratoria dei vertebrati, le cosidette *fessure branchiali* (*ks*). Tutti i vertebrati inferiori, l'*Amphioxus*, le lamprede, i pesci ammettono continuamente acqua per l'apertura boccale e la fanno di nuovo uscire per le fessure laterali della faringe. L'acqua che entra per la bocca serve alla respirazione. L'ossigeno in essa contenuto viene assorbito dai canali sanguigni che si espandono sugli « archi branchiali » su quelle striscie (*kg*) che si trovano fra le fessure branchiali. Queste caratteristiche fessure ed arcate branchiali si presentano pure nei primi tempi dello sviluppo nell'embrione dell'uomo e di tutti i vertebrati superiori, come del resto persistono tutta la vita nei vertebrati inferiori (tav. VI-IX). Le fessure e gli archi branchiali nei mammiferi, uccelli e rettili non funzionano però mai come veri organi respiratorii, ma poco alla volta si svolgono in altre parti. Che ciò malgrado essi appaiano in principio nella stessa forma come nei pesci è una delle più interessanti prove in favore dell'origine di queste tre classi superiori di vertebrati dai pesci.

Non è meno interessante ed importante un organo che in tutti i vertebrati si sviluppa dalla parete ventrale dell'intestino branchiale, il *solco branchiale* o solco ipobranchiale. Negli acranii come nelle ascidie esso persiste tutta la vita come solco ghiandolare vibratile che dalla bocca scorre nella linea ventrale mediana dell'intestino branchiale verso l'indietro e conduce allo stomaco piccoli corpuscoli alimentari (fig. 98, *z*). Nei cranioti invece da esso si sviluppa la ghiandola tiroide (*thyreoidea*), quella ghiandola collocata davanti alla laringe, la quale, patologicamente ingrossata, forma il gozzo (*struma*).

Ma dall'intestino cefalico non nascono solo le branchie, organi di respirazione acquatica, ma anche i polmoni, gli organi respiratorii delle cinque classi superiori. Qui infatti dalla faringe dell'embrione si forma molto di buon'ora un'evaginazione vescicolare che si trasforma presto in due sacchi spaziosi che più tardi sono pieni d'aria. Questi sacchi sono i due *polmoni* od organi della respirazione aerea che vengono a prendere il posto delle branchie respiranti nell'acqua. Ora quell'evaginazione vescicolare dalla quale si producono i polmoni non è altro che la nota vescica piena d'aria che nei pesci si chiama *vescica natatoria* e che funzionando quale organo idrostatico od apparato natatorio serve ad alleggerire il peso specifico del pesce. Alle due infime classi di vertebrati, gli acranii e ciclostomi, questa disposizione manca ancora del tutto.

La seconda sezione principale dell'intestino del vertebrato, l'*intestino del tronco* od intestino epatico, al quale spetta la digestione negli acranii (in opposizione ai cranioti) è costituita molto semplicemente; essa risulta da due diverse camere. La prima camera, che segue immediatamente all'intestino branchiale, è lo *stomaco* (*ma*) rigonfio a vescica; la seconda camera, più stretta e più lunga, è il diritto *intestino tenue* (*d*); esso posteriormente si apre sulla faccia ventrale per mezzo dell'ano (*af*). Presso al limite fra le due camere sbocca nella cavità intestinale il *fegato* in forma di una

semplice vescica o sacco cieco (*l*); nell'*Amphioxus* esso è impari (tav. XI, fig. 15, *lb*); nel *Prospondylus* invece esso era probabilmente pari (figg. 95, 97, *l*).

Strettamente collegato col canal digerente tanto morfologicamente quanto fisiologicamente è il *sistema vascolare* dei vertebrati, il cui più importante elemento si svolge dal foglietto fibroso-intestinale. Esso risulta di due sezioni diverse ma direttamente connesse, il sistema dei vasi sanguigni ed il sistema linfatico. Nelle cavità del primo è contenuto il rosso sangue, in quelle dell'ultimo l'incolora linfa. Al *sistema dei vasi linfatici* appartengono in prima linea i veri canali linfatici che sono sparsi fra tutti gli organi ed assorbono dai tessuti gli umori già usati e li riconducono nel sangue venoso; vi appartengono inoltre i vasi chiliferi che parimente assorbono il bianco chilo, il liquido nutrizio elaborato dall'intestino, e lo conducono parimente nel sangue.

Il *sistema dei vasi sanguigni* nei vertebrati è molto variamente sviluppato, sembra però nei provertebrati aver esistito in forma così semplice come quella che anche oggidì persiste tutta la vita negli annelidi (per esempio nei lombrichi) e nell'*Amphioxus*. In tal caso si dovrebbero considerare anzitutto come parti costituenti primitive ed *essenziali* di esso *due grandi canali sanguigni impari*, che giaciono nella parete fibrosa dell'intestino e scorrono nel piano mediano del corpo lungo il canal digerente, l'uno sopra, l'altro sotto di esso. Questi due canali principali mandano numerosi rami a tutte le parti del corpo ed anteriormente e posteriormente si inarcano passando l'uno nell'altro; li chiameremo arteria primitiva e vena primitiva. La prima corrisponde al vaso dorsale, la seconda al vaso ventrale dei vermi. L'*arteria primitiva* od *arteria principale*, detta comunemente *aorta* (fig. 95, *a*), giace superiormente sull'intestino, nella linea mediana del suo lato dorsale e conduce sangue arterioso, cioè ricco di ossigeno, dalle branchie nel corpo. La *vena primitiva* o *vena principale* (fig. 97, *v*) giace sotto all'intestino nella linea mediana del suo lato ventrale e perciò viene anche detta *vena subintestinalis;* essa riconduce dal corpo alle branchie sangue venoso cioè ricco di acido carbonico. Anteriormente, nella sezione branchiale dell'intestino, questi due canali principali sono fra loro connessi per mezzo di molti rami di collegamento i quali si elevano ad arco fra le fessure branchiali. Questi « archi sanguigni branchiali » (*kg*) scorrono lungo gli archi branchiali e prendono parte direttamente all'opera della respirazione.

Il prolungamento anteriore della vena principale, il quale scorre lungo la parete ventrale dell'intestino branchiale e manda verso l'alto quegli archi vascolari, è l'*arteria branchiale* (*ka*). Al limite fra le due parti del vaso ventrale esso si allarga in una vescica contrattile fusiforme (figg. 95, 97, *h*). Questo è il semplicissimo abbozzo del *cuore*, che più tardi nei vertebrati superiori e nell'uomo diventa una specie di pompa a quattro concamerazioni. Nell'*Amphioxus* manca il cuore, verosimilmente in seguito a regresso. Nel *Prospondylus* invece il cuore branchiale ventrale esisteva probabilmente in quella semplicissima forma che troviamo anche oggidì nelle ascidie e nell'embrione dei cranioti (fig. 95, 97, *h*).

I *reni*, che in tutti i vertebrati funzionano da strumenti dell'escrezione, cioè da organi urinarii, mostrano nelle diverse sezioni di questo tipo disposizioni molto varie e complesse; noi li studieremo più dappresso nella XXIX Conferenza. Qui ricorderemo solo brevemente che essi nel nostro ipotetico provertebrato esistevano probabilmente in forma simile a quella che ci mostra ancor oggi l'*Amphioxus;* quella cioè di *reni primitivi* (*protonephra*). Questi erano composti originariamente da una doppia serie

DECIMA TABELLA

Specchio degli organi più importanti del provertebrato ipotetico (Prospondylus) e del suo sviluppo.

Quattro foglietti germinativi secondarii	Sinonimi dei foglietti	Organi fondamentali del provertebrato
I. Foglietto sensitivo (Foglietto cutaneo-sensitivo) Neuroblasto **Lamina neuralis** Foglietto limitante esterno	Foglio o strato cutaneo (di Baer) Foglietto primario animale	**1. Epidermide (Epidermis)** (Semplice rivestimento cellulare della superficie esterna del corpo). **2. Sistema nerveo (Sensorium)** 2 A. Tubo midollare (centro nerveo). 2 B. Sistema nerveo periferico. **3. Organi di senso (Sensilla)** 3 A. Narici (fossette olfattive). 3 B. Occhi. 3 C. Vescicole uditive.
II. Foglietto muscolare (Foglietto fibroso cutaneo) Mioblasto **Lamina parietalis** Foglietto mediano esterno	Foglio o strato carnoso (di Baer) — (In massima parte impiegato alla formazione degli episomiti e della somatopleura)	**4. Derma (Corium)** (Lamina cutanea). **5. Parete muscolare del tronco (Motorium)** (Piastre muscolari metameriche: dorsali e ventrali). **6. Astuccio della corda (Perichorda)** (Base dello scheletro).
III. Foglietto vascolare (Foglietto fibroso-intestinale) Gonoblasto **Lamina visceralis** Foglietto mediano interno	Foglio o strato vascolare (di Baer) — (In massima parte impiegato alla formazione degli iposomiti e della splancnopleura)	**7. Reni primitivi (Pronephridia)** (Canaletti celomici metamerici). **8. Ghiandole sessuali (Gonadi)** (Tasche celomiche ventrali metameriche). **9. Sistema vascolare (Vasorium)** 9 A. Cuore ventrale (venoso) e vena principale. 9 B. Aorta dorsale (arteria principale). **10. Parete muscolare dell'intestino e mesenterio** (Parete fibrosa intestinale, *mesenterium*). 10 A. Scheletro e musculatura degli archi branchiali (schel. viscerale). 10 B. Parete muscolare dell'intestino epatico.
IV. Foglietto ghiandolare (Foglietto glandulo-intestinale) Enteroblasto **Lamina enteralis** Foglietto limitante interno	Foglio o strato mucoso (di Baer) Foglietto primario vegetativo	**11. Corda dorsale (Notochorda)** (Bastone assile) inarticolato. **12. Epitelio intestinale (Gastrodermis)** 12 A. Epitelio dell'intestino cefalico od intestino branchiale. 12 B. Epitelio dell'intestino del tronco od intestino epatico.

di piccoli canaletti i quali conducevano direttamente dalla cavità del corpo verso l'esterno gli umori già utilizzati (fig. 99, *n*). L'apertura interna di questi *canaletti dei reni primitivi* (*pronephridia*) sboccava nella cavità del corpo con un imbuto ciliato; l'apertura esterna sboccava invece in un solco laterale dell'epidermide, solco longitudinale pari scorrente sulla faccia laterale della cute esterna (fig. 99, *b*). Dal chiudersi di questo solco nella linea laterale a destra ed a sinistra nacque il *condotto dei reni primitivi.* In tutti i cranioti esso si sviluppa molto per tempo nella lamina cornea (tav. IV, figg. 4, *u*, 5, *u*); nell'*Amphioxus* esso è trasformato in un ampio spazio, la cavità palleale o « spazio peribranchiale » (tav. X, fig. 13, *c*).

In istretto rapporto coi reni stanno gli *organi sessuali* dei vertebrati. Nella grande maggioranza dei membri di questo tipo essi sono collegati a formare un sistema urogenitale comune; solo in pochi gruppi gli organi urinarii e sessuali si mostrano distinti (nell'*Amphioxus*, nei ciclostomi ed in alcune divisioni della classe dei pesci). Nell'uomo come in tutti i vertebrati superiori l'apparato sessuale appare composto di diverse parti che verranno esaminate nella XXIX Conferenza. Nelle due classi più basse del nostro tipo, negli acranii e nei ciclostomi, essi non consistono che in ghiandole sessuali o *gonadi, ovaie* (*ovaria*) pel sesso femminile e *testicoli* (*spermaria*) pel sesso maschile; le prime forniscono le uova, i secondi lo sperma. Nei cranioti noi troviamo sempre un paio solo di tali gonadi; nell'*Amphioxus* per contro, numerose paia metamericamente ordinate. Nella stessa guisa esse si saran pure presentate nel nostro ipotetico *Prospondylus* (figg. 95, 97, *s*). Queste *paia segmentali di gonadi* sono le primitive *metà ventrali delle tasche celomiche.*

Gli organi che nel nostro esame generale del provertebrato abbiamo or ora considerati e studiati dal punto di vista della loro posizione caratteristica, sono quelle parti dell'organismo che ritornano senza eccezione in tutti i vertebrati negli stessi vicendevoli rapporti per quanto possano essere modificate. Noi abbiamo sopratutto avuto presente la sezione trasversale del corpo (figg. 98, 99), perchè in questa spicca meglio il loro reciproco rapporto di posizione. Noi dobbiamo tuttavia, per completare il nostro prototipo, rilevare ancora la sua *segmentazione* o metameria di cui sinora poco ci siamo occupati e che risulta sopratutto nella sezione longitudinale (figg. 95 a 97). Nell'uomo, come in tutti i vertebrati sviluppati, il corpo è costituito da una serie o catena di articoli omogenei i quali giaciono gli uni dietro gli altri nell'asse longitudinale del corpo, i segmenti del corpo o *metameri.* Nell'uomo il numero di questi articoli o metameri omologhi è nel tronco di trentatrè, invece in molti vertebrati, per esempio, serpenti, anguille, esso sale a molte centinaia. Poichè questa *interna segmentazione* o *metameria* si manifesta sopratutto nella colonna vertebrale e nei muscoli che la circondano, i metameri o segmenti vennero dapprima chiamati anche *protovertebre.* Frattanto la segmentazione non viene affatto determinata e causata in prima linea dallo scheletro ma piuttosto dal *sistema muscolare* e dall'ordinamento segmentale dei *reni* e delle *gonadi.* Non è men vero che l'essere costituiti da tali protovertebre o metameri *interni* viene con ragione considerato per solito come un carattere saliente dei vertebrati, ed il vario differenziamento di esse è di grande importanza per i diversi gruppi di vertebrati. Però per il cômpito che primo c'incombe di derivare dalla cordula il semplice corpo del provertebrato, i segmenti o metameri hanno importanza subordinata e non ci occorre per ora di soffermarci su di essi.

Se noi facciamo affatto astrazione di tutte le parti che per essersi formate secondariamente non hanno importanza, e pel momento prendiamo in considerazione solo le

essenziali, allora il nostro còmpito si semplifica notevolmente. Esso si aggira allora essenzialmente sul problema della derivazione dell'ora schizzato organismo del « *provertebrato* » dalla *chordula* (figg. 80-83), la sua origine dalla celomula e dalla gastrula essendoci già nota. Quel semplicissimo corpo di vertebrato è, come si dice comunemente, costituito da due doppi tubi simmetrici: da un tubo inferiore (la parete del corpo) che include il tubo digerente e da un tubo superiore (il canale vertebrale) che include il tubo midollare. Fra tubo midollare e tubo digerente è la corda, parte essenziale dello scheletro assile interno che, come tale, caratterizza i vertebrati. Dall'*Amphioxus* su fino all'uomo si ripete dovunque la stessa posizione caratteristica di questi importantissimi organi (cfr. tav. IV e V colla loro spiegazione). Noi ora avremo dunque da investigare come questi organi si producano dai quattro foglietti germinativi secondari della *chordula.*



DODICESIMA CONFERENZA

Scudetto embrionale ed area germinativa.

« Le uova hanno la loro filogenesi come le forme sviluppate; le più complicate sono le uova dei mammiferi, poichè nel corso della loro filogenesi due volte fu acquistato un vitello di nutrizione e due volte fu perduto. Però come da un lato la quantità di vitello di nutrizione ha un'influenza decisiva sulla solcatura e su tutto l'ulteriore sviluppo, lo stesso deve anche dirsi dall'altro lato per la *diversa distribuzione* del vitello nutritivo ».

Carlo Rabl.

**Embriogenesi degli amnioti. — Embrione e vitello.
Disco germinativo e sacco vitellino. — Canale intestinale e ghiandola vitellina. — Scudetto embrionale od abbozzo embrionale.
Gastrocisti dei mammiferi. — Area germinativa e corpo definitivo.
Filogenesi della formazione vitellina.**

Contenuto della dodicesima Conferenza.

Particolarità cenogenetiche dell'embriogenesi degli ammioti. — Il classico uovo d'uccello considerato come sorgente di molti errori. — Falsa contrapposizione di germe e vitello. — Spettanza del vitello alla metà vegetativa dell'embrione. — Germe vitellino e ghiandola vitellina degli anfibii. — Disco germinativo piatto degli uccelli e rettili. — Suo staccamento dal sacco vitellino. — Gradazione primaria, secondaria e terziaria dell'embriogenesi dei vertebrati. — La così detta vescica blastodermica dei mammiferi (vescica embrionale intestinale o blastocisti). — Sua origine da mutata cura della prole. — Discendenza dei mammiferi vivipari da ovipari. — Muta della sua epigastrula (strato tegumentale). — Trasformazione del disco germinativo bifoliato nel quadrifoliato. — Area germinativa pellucida ed opaca. — Scudetto embrionale (*embryaspis*) o scudetto dorsale (*notaspis*), abbozzo embrionale. — Relazione dell'area germinativa col corpo definitivo (menosoma). — Il ripetuto acquisto e la ripetuta perdita del vitello nutritivo nella serie dei vertebrati. — Influsso di questi processi cenogenetici sulla modificazione della gastrula.

Bibliografia.

M. P. Erdl, *Die Entwickelung der Menschen und des Hühnchens im Eie*, 1845 (31 tav. in rame).

Robert Remak, *Bildung der Axenplatte. Untersuchungen über die Entwickel. der Wirbelthiere*, 1850, § 12.

Alexander Ecker, *Icones physiologicae. Erläuterungs-Tafeln zur Physiologie und Entwickelungsgeschichte*, 1851-1859.

Eduard Van Beneden, *Recherches sur l'embryologie des mammifères*, 1880 (*Arch. de biologie*, vol. I-V).

Paul Sarasin e Fritz Sarasin, *Zur Entwickelungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle* (*Ichthyophis glutinosus*), 1887-1890.

Emil Selenka, *Studien über Entwickelungsgeschichte der Thiere*, 1883-1886 (fasc. I-IV).

Oscar Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere*, 1886; 3ª ediz., 1890 (trad. francese, *Traité d'embryologie, ou histoire du développement de l'homme et des vertébrés;* Paris, 1891).

Carl Rabl, *Die wiederholte Erwerbung und der wiederholte Verlust des Nahrungs-dotters. Morpholog. Jahrb.*, 1889, vol. XV, pagg. 155-175.

XII.

Signori!

Le tre classi superiori di vertebrati che noi comprendiamo sotto la denominazione di *amnioti*, i mammiferi, uccelli e rettili, in molti lati del loro sviluppo si distinguono notevolissimamente dalle cinque classi inferiori del tipo, dagli *anamnii* (od *ichthyoda*). Tutti gli amnioti si segnalano per il possesso di un particolare invoglio embrionale, l'*amnio*, come pure di una speciale appendice embrionale, l'*allantoide*. Infine tutti gli amnioti possiedono un vistoso sacco vitellino che nei rettili ed uccelli è ripieno di vitello nutritivo e nei mammiferi di un limpido umore che ad esso corrisponde. In seguito a queste formazioni embrionali cenogenetiche le ordinarie condizioni dello sviluppo degli amnioti vengono così singolarmente alterate, che riesce difficile ricondurle alle condizioni palingenetiche dell'embriogenesi dei vertebrati inferiori privi di amnio. La via per giungervi ce la indica la teoria della gastrea, che considera come primitiva l'embriogenesi dell'infimo vertebrato, dell'acranio *Amphioxus* e da essa per una serie di graduali modificazioni deriva la gastrulazione e la celomazione dei cranioti.

Alla retta intelligenza degli importanti processi embriogenetici dei vertebrati fu sopratutto fatale la circostanza, che tutti gli antichi embriologi, da Malpighi (1687) e Wolff (1759) sino a Baer (1828) e Remak (1850), presero sempre le mosse dallo studio dell'uovo di gallina ed applicarono all'uomo ed agli altri vertebrati le cognizioni acquistate per questa via. Ora appunto questo « classico oggetto di studio embriologico » è, come già ci siamo convinti, una sorgente di pericolosissimi errori. Infatti la grande sfera di vitello nutritivo dell'uovo d'uccello determina anzitutto l'appiattirsi della piccola gastrea in forma di espansione discoide, determina inoltre tale singolarità di evoluzione in questo sottile e circolare « disco germinativo », che le lotte sulla sua erronea interpetazione riempiono una gran parte della bibliografia embriologica.

Uno dei più infelici errori che nacquero di qui fu il concetto di una contrapposizione originaria dell'*embrione* e del *vitello*. Quest'ultimo fu considerato come un corpo estraneo, collocato fuori del vero germe, mentre in realtà esso non rappresenta che una parte di questo, un « organo embrionale di nutrizione ». Per molti autori « la prima traccia dell'embrione » non appare che più tardi esternamente sopra al vitello e, come « primo inizio dell'embrione » in opposizione all'« area germinativa », di cui parleremo subito, si considerò ora il disco embrionale bifoliato, ora solo la sua parte assile mediana. Alla luce della teoria della gastrea è appena necessario accennare alla erroneità di queste vedute che una volta erano in vigore, ed alla pericolosa fallacia delle conclusioni che ne scaturivano. Di fatto la « prima sfera di segmentazione », cioè la *cytula, è già lo stesso embrione*, e tutto ciò che ne nasce fa parte dell'« *embrione* ». Come la voluminosa massa vitellina che si trova dapprima nell'uovo non ancor solcato d'uccello non rappresenta che un incluso della gigantesca cellula-uovo, così anche più tardi il contenuto del suo sacco vitellino embrionale (sia esso già solcato

o no) non costituisce che una parte dell'entoderma che forma l'intestino primitivo. Ciò mostrano chiarissimamente le uova anfiblastiche degli anfibii e ciclostomi, le quali spiegano il passaggio dalle uova archiblastiche prive di vitello dell'*Amphioxus* alle grandi uova ricche di vitello dei rettili ed uccelli.

È appunto comparando criticamente queste difficili contingenze che si manifesta l'inapprezzabile valore che hanno le osservazioni filogenetiche per spiegare complicati fatti ontogenetici, e la necessità di separare i fenomeni cenogenetici dai palingenetici. Per l'ontogenesi comparata dei *vertebrati* ciò è sopratutto chiaro perchè qui, in base ai fatti ben noti della paleontologia e dell'anatomia comparata, l'*unità filogenetica del tipo* è assolutamente stabilita. Se questa unità di tipo, sulla base dell'*Amphioxus*, fosse sempre tenuta presente non si ripeterebbero ancor sempre gli stessi errori.

Come l'inesatto concetto della formazione del vitello ha condotto in errore la più parte ed i migliori degli antichi osservatori, ciò non raramente succede anche oggidì. Un esempio recentissimo ce lo offrono le belle ricerche « Sullo sviluppo e sull'anatomia dell' ittiofide di Ceylon (*Ichthyophis glutinosus*) ». I due eccellenti osservatori Paolo e Fritz Sarasin giungono nel terzo fascicolo di queste ricerche (1889) alla proposizione « che i due strati embrionali della gastrula corrispondono non all'ectoderma ed entoderma, ma al blastoderma e vitello dei vertebrati », e con ciò credono d'aver « posto oramai la base di un'embriologia comparata del regno animale ». Secondo essi « la gastrula risulta di due strati di cui l'interno è il lecitoblasto, l'esterno il blastoderma ».

Su quale erroneo intendimento dei fatti e dei concetti riposino queste proposizioni appare chiaro quando si consideri che in ogni caso *il vitello è una parte della metà vegetativa dell'embrione.* Come nel germe unicellulare (nella citula) il vitello nutritivo non segmentato non è che parte del contenuto dell'emisfero vegetale della cellula-ovo, così anche nel germe pluricellulare noi dobbiamo sempre considerare il vitello nutritivo segmentato come parte della parete ventrale dell'intestino primitivo. L'« *embrione vitellino* » o lecitoblasto dei Sarasin non è che *una porzione limitata dell'entoderma*, e cioè quella porzione che si sviluppa nella parete ventrale dell'intestino dalla parte mediana di esso; esso nella sua qualità di « *ghiandola vitellina* » (*lecithadenia*) è un elemento ghiandolare secondario dell'intero tubo digerente tanto come lo sono le ghiandole intestinali, fegato, polmoni, ecc., che da questo si sviluppano più tardi. Per contro la parte dorsale dell'embrione, che i Sarasin contrappongono, come « *blastoderma* », a quel lecitoblasto ventrale non è per nulla l'originario, il vero « *blastoderma* » (che comprende tutte le cellule embrionali), ma piuttosto il rimanente dell'entoderma e tutto l'esoderma.

Come in questi così ancora in molti altri casi i rapporti cenogenetici dell'embrione col vitello nutritivo hanno dato origine, fino ai tempi più recenti, ad un concetto affatto erroneo dei primi e dei più importanti processi germinativi dei vertebrati superiori ed hanno introdotto nella loro ontogenesi una quantità di idee erronee. Fino a venti anni fa l'embriologia dei vertebrati superiori partiva generalmente dall'idea che il « primo abbozzo dell'embrione » sia un *disco piatto a mo' di foglia;* anzi è appunto per ciò che gli strati cellulari che costituiscono questo disco germinativo (detto anche « area germinativa ») furono chiamati « foglietti germinativi ». Questo piatto *disco germinativo* (*blastodiscus*), che in principio è circolare e poi ovale e che nell'ovo gallinaceo deposto vien spesso designato col nome di umbilico o cicatricula, giace esternamente su un punto della superficie della grande sfera di vitello nutritivo. Noi ci

siamo convinti che esso non è altro se non la *gastrula* dell'uccello appiattita a disco (*discogastrula*). Al principio dell'embrionamento questo piatto disco germinativo si incurva verso l'esterno, ed all'interno si separa dalla grande sfera vitellina sottostante. I *fogli* piatti si cambiano in *tubi* pel fatto che i loro margini si piegano l'un verso l'altro e si saldano insieme (fig. 100). Mentre l'embrione cresce a spese del vitello di nutrizione, quest'ultimo si fa sempre più piccolo e viene interamente avvolto dai foglietti germinativi. Più tardi il resto del vitello nutritivo non forma più che un piccolo sacco sferico, il *sacco vitellino* o vescica ombelicale (*saccus vitellinus* o *vescicula umbilicalis*, fig. 100, *n b*). Questo è rinchiuso nel foglietto intestinale, è connesso

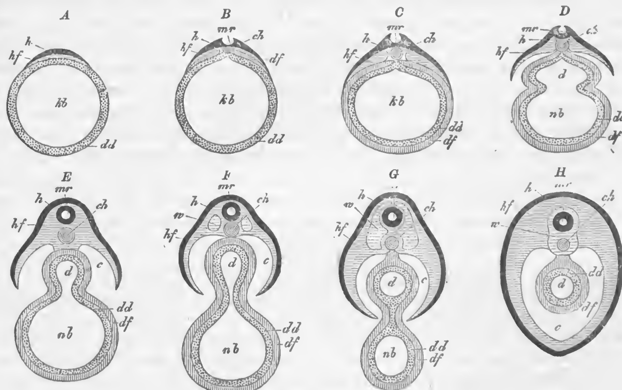


Fig. 100. — Distacco dell'embrione discoide del mammifero dal sacco vitellino, in sezione trasversa (schematica).

A, Il disco germinativo (*h*, *hf*) giace a piatto su un lato della gastrocisti (*kb*); *B*, Nel mezzo della gastrocisti appare il solco midollare (*mr*) e sotto esso la corda dorsale (*ch*); *C*, Il foglietto fibroso-cutaneo (*df*) ha circondato il foglietto glandulo-intestinale (*dd*); *D*, Il foglietto fibroso-cutaneo (*hf*) ed il foglietto fibroso-intestinale (*df*) si separano alla periferia; l'intestino (*d*) comincia a staccarsi dal sacco vitellino o vescica ombelicale (*nb*); *E*, Il tubo midollare (*mr*) è chiuso; la cavità del corpo (*c*) comincia a formarsi; *F*, Le protovertebre (*w*) si differenziano; l'intestino (*d*) è quasi interamente chiuso; *G*, Le protovertebre (*w*) cominciano ad avvolgere il tubo midollare (*mr*) e la corda dorsale (*ch*); l'intestino (*d*) è interamente staccato dalla vescica ombelicale (*nb*); *H*, Le vertebre (*w*) hanno avvolto il tubo midollare (*mr*) e la corda dorsale (*ch*); la cavità del corpo (*c*) è chiusa, la vescica ombelicale scomparsa. Amnio e membrana sierosa sono omesse.

Le lettere hanno dappertutto lo stesso significato: *h*) Lamina cornea; *mr*) Tubo midollare: *hf*) Foglietto fibroso-cutaneo; *w*) Protovertebre; *ch*) Corda dorsale; *c*) Cavità del corpo o celoma; *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale; *d*) Cavità intestinale; *nb*) Vescica ombelicale.

per mezzo di un esile peduncolo, il condotto vitellino (*ductus vitellinus*), colla parte mediana del tubo digerente, ed infine, nel più dei vertebrati, viene interamente accolto in quest'ultimo (H). Il sito in cui ciò accade e dove l'intestino infine si chiude è l'*ombilico intestinale*. Nei mammiferi, dove il resto del sacco vitellino rimane di fuori e si atrofizza, il condotto vitellino va fino a traforare l'esterna parete ventrale. All'atto della nascita il *cordone ombilicale* qui si stacca e il sito di occlusione persiste qui tutta la vita in forma di « umbilico cutaneo » nell'esterno integumento.

Ora, siccome l'antica embriologia dei vertebrati superiori appoggiata sopratutto allo studio del pulcino, considerava la contrapposizione fra l'embrione (o vitello

formativo) ed il vitello nutritivo (o sacco vitellino) come *primitiva*, essa dovette anche considerare l'abbozzo piatto, fogliforme, del disco germinativo come la forma embrionale primitiva e dare il massimo peso al fatto che da questi piatti fogli germinativi nascono per incurvamento dei canali cavi che saldandosi ai margini diventano tubi chiusi.

Questo concetto, che fino a vent'anni fa dominava tutta l'embriologia dei vertebrati superiori, era *totalmente falso*. Infatti la teoria della gastrea, che qui spiega tutta la sua importanza, ci mostra che il vero stato delle cose è in origine affatto opposto. La *gastrula caliciforme*, nella cui parete i due foglietti germinativi primari appaiono fin dal principio come *tubi chiusi*, è la forma embrionale primitiva di tutti i vertebrati come di tutti gli invertebrati metazoi; il *piatto disco germinativo* coi suoi foglietti embrionali superficialmente espansi è una forma embrionale posteriore, secondaria, nata per lo sviluppo cenogenetico del grande vitello nutritivo e pel successivo e graduato espandersi dei foglietti germinativi sulla sua superficie. L'incurvamento, che realmente interviene, di questi foglietti germinativi ed il loro saldarsi a tubi è dunque un processo evolutivo non già originario, primario, ma bensì molto posteriore, terziario. Nella filogenesi dell'embrionamento dei vertebrati dovrebbero così distinguersi i seguenti tre gradi storici dello sviluppo embrionale:

A. PRIMO STADIO Processo embriogenetico primario (palingenetico)	B. SECONDO STADIO Processo embriogenetico secondario (cenogenetico)	C. TERZO STADIO Processo embriogenetico terziario (cenogenetico)
I foglietti germinativi formano fin dal principio tubi chiusi, nel trasformarsi della sfera cava unifoliata (blastula) nella bifoliata (gastrula). Nessun vitello nutritivo. (*Amphioxus*).	I foglietti germinativi si espandono a foglia per l'accumularsi di vitello nutritivo nell'entoderma ventrale e per lo svilupparsi di un grande sacco vitellino dal mezzo del canale intestinale. (Anfibii).	I foglietti germinativi formano un disco germinativo piatto, i cui margini si piegano l'un verso l'altro, si saldano formando tubi chiusi e staccansi dal sacco vitellino ventrale. (Amnioti).

Poichè questo concetto, logica conseguenza della teoria della gastrea, nell'ultimo decennio è stato completamente convalidato dalle ricerche comparate sulla gastrulazione, il modo con cui si esponevano finora i fatti deve essere appunto invertito. Allora il sacco vitellino non si deve mettere, come si fece sinora, in opposizione originaria coll'embrione, ma lo si deve considerare come elemento essenziale di esso, come parte del suo canal digerente. L'*intestino primitivo* (*progaster*) della *gastrula* negli animali superiori si è dunque, in seguito allo sviluppo cenogenetico del vitello nutritivo, differenziato in due parti diverse: nell'intestino persistente od *intestino secondario* (*metagaster*) e nel sacco vitellino (*lecithoma*), che è la cosidetta « vescica ombelicale ». Ciò viene dimostrato molto chiaramente dall'ontogenesi comparata dei pesci ed anfibi. Qui infatti l'intero vitello sottostà ancora in principio alla segmentazione e forma nella parete ventrale dell'intestino primitivo una « ghiandola vitellina » composta di « cellule vitelline ». Più tardi però esso diviene così grande che una parte del vitello rimane insolcata e viene spesa nel sacco vitellino esterno.

Studiando *comparativamente* l'embriologia dell'*Amphioxus*, della rana, del pulcino e del coniglio (tav. II, III), io son convinto che non si può più avere alcun dubbio sulla validità di questo concetto da me propugnato da vent'anni. Così, illuminati dalla teoria della gastrea, noi dovremo fra tutti i vertebrati considerare solo la formazione

dell'*Amphioxus* come primitiva, poco aberrante dalla forma palingenetica di embriogenesi. Nei ciclostomi e nella rana queste modalità non sono ancora in complesso modificate cenogeneticamente che in misura limitata, lo sono invece molto fortemente nel pulcino ed ancora di più nel coniglio. Nella gastrula campanulata dell'*Amphioxus*, come nella gastrula a berretto del *Petromyzon* e della rana, i foglietti germinativi si presentano sin dal principio in forma di chiusi tubi o vesciche (tav. II, figg. 6, 7). Per contro l'embrione del pulcino (nell'uovo di fresco deposto, non ancora incubato) si presenta come un piatto disco circolare, e non era facile riconoscere in questo disco germinativo la sua vera natura di gastrula; Rauber e Goette hanno sciolto pei primi questo difficile problema. Coll'avvolgere che fa poi la gastrula discoide il colossale vitello sferico e col separarsi dell'« intestino secondario o permanente » dall'esterno sacco vitellino noi incontriamo tutti i processi che abbiamo rappresentato schematicamente nella figura 100, processi che finora erano considerati come atti principali mentre essi non sono propriamente che atti secondari.

Estremamente intricati e singolari si presentano i corrispondenti processi embriogenetici nei *mammiferi*. Qui invero essi vennero dapprima interpretati affatto erroneamente; solo le osservazioni di Edoardo von Beneden pubblicate nel 1873 (69) e le susseguenti osservazioni di Selenka, Kupffer, Rabl ed altri hanno gettato luce su questi processi, permettendoci di porli in accordo coi principii della teoria della gastrea e di ricondurli all'embriogenesi dei vertebrati inferiori. Infatti, sebbene nell'uovo dei mammiferi non esista affatto un vitello nutritivo indipendente distinto dal vitello formativo e sebbene in seguito a ciò la segmentazione sia totale, tuttavia negli embrioni che ne nascono si forma un grande « *sacco vitellino* » (*lecithoma*) ed il cosidetto « germe proprio » si espande a mo' di foglia sulla sua superficie come nei rettili ed uccelli, i quali hanno un grande vitello nutritivo e segmentazione parziale. Come in questi ultimi, anche nei mammiferi, il piatto fogliforme « *disco germinativo* » (*blastodiscus*) si stacca dal sacco vitellino, i suoi margini s'incurvano l'uno verso l'altro e si saldano formando dei tubi.

Ora come abbiamo a spiegare questa patente contraddizione? Solo con estremamente singolari e strane modificazioni cenogenetiche dell'embriogenesi, le quali hanno le loro vere cause nella *cambiata cura della prole presso i mammiferi*. Certamente esse dipendono da ciò che gli antenati dei mammiferi vivipari erano amnioti ovipari e solo poco alla volta acquistarono l'abitudine della viviparità. Su questo non può più esserci alcun dubbio dacchè (nel 1884) fu constatato che anche oggidì i monotremi, gli infimi e più antichi mammiferi, depongono uova (cfr. pag. 149). I loro più prossimi discendenti, i marsupiali, si abituarono a serbare presso di sè le uova ed a portarle a sviluppo nel loro ovidotto; questo divenne così un utero. Un umore nutrizio che venne secreto dalla parete di quest'ultimo e che permeò attraverso alla parete della vescica embrionale servì d'allora in poi alla nutrizione dell'embrione e prese il posto del vitello nutritivo costringendolo a ridursi. Così il primitivo vitello di nutrizione dei meroblastici monotremi andò gradatamente regredendo ed infine sparì così interamente che la segmentazione parziale nei restanti mammiferi loro discendenti passò di nuovo alla totale. La *discogastrula* dei primi si cambiò nella singolare *epigastrula* di questi ultimi.

Solo con questo concetto filogenetico diviene comprensibile la formazione e lo sviluppo della singolare *vescica embrionale* (o *blastocisti*) *dei vertebrati* che prima era interpretata al tutto erroneamente. Questo stato vescicolare dell'embrione dei

mammiferi è già stato scoperto 200 anni fa (nel 1677) da Regnero de Graaf. Questi trovò nell'utero del coniglio, quattro giorni dopo la fecondazione, delle piccole vescicole jaline, sferiche, libere, le quali avevano una doppia membrana. Ma questa notizia di Graaf non trovò credito. Solo nell'anno 1827 queste vescicole furono nuovamente scoperte dal Baer e vennero poi descritte esattamente dal Bischoff (1842) nel coniglio (figg. 101, 102). Esse si trovano nel coniglio, nel cane ed in altri piccoli mammiferi già pochi giorni dopo l'accoppiamento nell'utero o matrice. Le uova mature dei mammiferi dopochè sono uscite dall'ovario vengono infatti già in questo o subito dopo, nell'ovidotto, fecondate dalle mobili cellule spermatiche che vi sono penetrate (92). (Sull'utero e sull'ovidotto cfr. la conferenza XXIX). Nell'interno dell'ovidotto avviene la segmentazione e lo sviluppo della gastrula. Già qui nell'ovidotto o solo dopochè la gastrula del mammifero è penetrata nell'utero essa si cambia nella vescica sferica che è rappresentata nella fig. 101 dalla superficie e nella fig. 102 in sezione. La fitta membrana esterna, senza struttura, che la circonda è l'originaria membrana dell'uovo modificata (*ovolemma* o *zona pellucida*), connessa con uno strato albuminoso che si è deposto esternamente. Questo invoglio lo chiamiamo oramai *membrana esterna dell'ovo*, *chorion* primario o *prochorion* (*a*). La vera parete, in esso racchiusa, della vescica risulta di un semplice strato di cellule esodermiche (*b*) che per la reciproca pressione sono appiattite, generalmente esagonali; attraverso al loro protoplasma finamente granuloso traspare un chiaro nucleo (fig. 103). In un punto (*c*) di questa sfera cava sta internamente un disco circolare formato da cellule più scure e molli piuttosto tondeggianti, le cellule entodermiche grossolanamente granulose (figura 104).

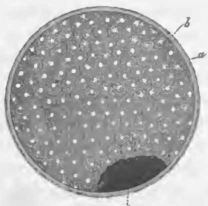


Fig. 101.
La gastrocisti o blastocisti (vescica intestinale-embrionale) del coniglio (cosiddetta « vescica embrionale » o vescica blastodermica degli autori).

a) Membrana esterna dell'ovo (ovolemma); *b*) Foglietto cutaneo od esoderma che forma l'intera parete della vescica vitellina embrionale; *c*) Mucchio di cellule scure che rappresentano il foglietto intestinale od entoderma.

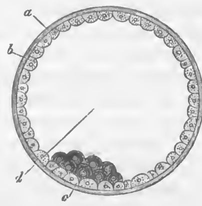


Fig. 102.
La stessa gastrocisti in sezione. Da Bischoff.

Lettere come nella figura 101. *d*) Cavità della gastrocisti.

La caratteristica forma embrionale che ha ora il mammifero in via di formazione è stata finora designata per solito sotto il nome di « vescicola embrionale » (Bischoff), « embrione a sacco » (Baer), « frutto vescicolare » o « vescicola blastodermica » (*vescicula blastodermica* o brevemente *blastosphaera*). La parete della sfera cava che risulta da un solo strato di cellule fu chiamata « *blastoderma* » o pelle embrionale e fu ritenuta equivalente allo strato cellulare omonimo che forma la parete della vera vescicola blastodermica o *blastula* nell'*Amphioxus* (tav. II, fig. 4) ed in moltissimi animali invertebrati (per esempio nella *Monoxenia*, fig. 29, F G). Si tenne generalmente questa vera vescica blastodermica per omologa della vescica embrionale dei mammiferi. Tale però non è affatto il caso! *La cosidetta « vescica embrionale dei mammiferi » e la vera vescica blastodermica dell'Amphioxus e di molti invertebrati sono stadii embrionali al tutto diversi.* Quest'ultima (*blastula*) è

palingenetica e precede la formazione della gastrula! La prima invece (vescicula blastodermica) è cenogenetica e segue alla gastrulazione. La sferica parete della blastula è un vero *blastoderma* e risulta solo di cellule omogenee (cellule blastodermiche); essa non è ancora differenziata nei due foglietti germinativi primarii. La sferica parete della « vescica embrionale » dei mammiferi è invece il *foglietto cutaneo* (*exoderma*) differenziato ed in un sito giace all'interno di essa un disco circolare di cellule affatto differenti: il *foglietto intestinale* (*entoderma*). La cavità sferica piena di limpido umore che sta nell'interno della vera blastula è la *cavità di segmentazione*. Invece la cavità simile che sta nell'interno della vescica embrionale dei mammiferi è la *cavità del sacco vitellino* che è connessa colla nascente cavità intestinale. *Questa « cavità progastrica » nei mammiferi passa direttamente nella cavità di segmentazione* in seguito alle singolari variazioni cenogenetiche della sua gastrulazione le quali noi abbiamo già precedentemente considerate (cfr. la IX conferenza, pag. 150).

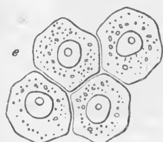


Fig. 103. — Quattro cellule esodermiche della gastrocisti del coniglio.

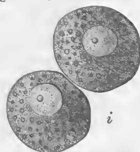


Fig. 104. — Due cellule entodermiche della gastrocisti del coniglio.

Per tutte queste ragioni è affatto necessario di riconoscere nella secondaria « vescica embrionale intestinale » (*gastrocystis* o *blastocystis*) dei mammiferi uno speciale stato embrionale proprio solo di questa classe e di distinguerla nettamente dalla « vescica embrionale cutanea » (*blastula*) dell'*Amphioxus* e degli invertebrati. La parete di questa « gastrocisti » dei mammiferi risulta da due parti diverse. La parte di gran lunga maggiore è composta di un solo strato e formata unicamente dall'esoderma. La parte minore, cioè il disco circolare che è formato dai due foglietti germinativi primarii, lo si può chiamare col Van Beneden « *gastrodiscus* », o disco embrionale intestinale. In molti mammiferi interviene già molto di buon'ora una specie di *muta dell'epigastrula*. L'esoderma primario è in parte passeggiero (« membrana avvolgente transitoria » o « strato tegumentale di Rauber ») e viene sostituito da un esoderma secondario il quale si sviluppa dalla parete del gastrodisco.

La piccola macchia circolare, bianchiccia e torbida formata da questo « gastrodisco » in un sito della superficie della sfera chiara e trasparente della gastrocisti è già da molto tempo nota ai naturalisti ed è stata paragonata col « disco germinativo » degli uccelli e rettili. Perciò essa è stata ora chiamata appunto « disco germinativo » (*discus blastodermicus*), ora macchia embrionale (*tache embryonnaire*), più spesso *area germinativa*. Da quest'area germinativa prende dapprima le sue mosse lo sviluppo ulteriore dell'embrione. Per contro la parte maggiore della gastrocisti dei mammiferi non viene direttamente impiegata alla costruzione del futuro corpo ma alla formazione della passeggera « vescica ombelicale ». Da essa l'embrione va staccandosi tanto più quanto più a spese di quella esso cresce e si sviluppa; essi non rimangono più collegati che per mezzo del condotto vitellino (peduncolo del sacco vitellino) e questo mantiene la comunicazione diretta fra la cavità della vescica ombelicale e la nascente cavità intestinale (fig. 100).

L'area germinativa o il *disco* della gastrocisti dei mammiferi in principio è solo costituito (come il disco germinativo degli uccelli e dei rettili) dai due foglietti germinativi primarii, esoderma ed entoderma. Ma ben presto appare fra i due nel mezzo

del disco un terzo strato cellulare, l'abbozzo del *foglietto mediano* o *foglietto fibroso* (*mesoderma*). Questo « *foglietto medio* » risulta fin dal principio, come abbiamo visto nella X conferenza, da due lamelle epiteliali distinte, *dai due fogli delle tasche celomiche* (parietale e viscerale, cfr. pag. 178). Solamente questi due sottili foglietti mediani in tutti gli amnioti (in seguito al grande sviluppo del vitello) sono così strettamente compressi l'un contro l'altro che offrono l'apparenza di un foglietto mediano semplice. Propriamente dunque in tutti gli amnioti il mezzo dell'area germinativa è già composto da quattro foglietti germinativi, dai due foglietti limitanti (o foglietti germinativi primarii) e dei due foglietti mediani che giaciono fra di essi (figg. 93, 94). Questi quattro foglietti germinativi secondarii sono facili a distinguere appena divien visibile al margine posteriore dell'area germinativa il cosidetto solco falciforme (o « falce embrionale »). Alla periferia l'area germinativa dei mammiferi è composta solo di due foglietti germinativi; il resto della parete della gastrocisti è solo formato in principio da un solo strato, il foglietto germinativo esterno.

Oramai però tutta la parete della gastrocisti diventa doppia. Infatti, mentre il centro dell'area germinativa in virtù della proliferazione cellulare del foglietto medio si inspessisce notevolmente, il foglietto germinativo interno in pari tempo si espande e va crescendo da ogni lato al margine del disco. Adattandosi dappertutto strettamente contro al foglietto esterno esso va frattanto crescendo in giro contro alla sua parete interna, riveste dapprima l'emisfero superiore, poi l'inferiore della superficie interna ed infine viene a chiudersi nel mezzo di quest'ultimo (cfr. figg. 105-109). Così la parete della gastrocisti risulta omai dappertutto di due strati cellulari: esoderma esternamente ed entoderma internamente. Solo nel centro della rotonda area germinativa che per accrescimento del foglietto mediano divien sempre più spessa essa è composta da tutti i quattro foglietti germinativi. Nello stesso tempo sulla superficie della membrana esterna dell'uovo, dell'ovolemma o prochorion che si è sollevato dalla gastrocisti, si formano piccole villosità o papille amorfe (figg. 107-109, *a*).

Lasciamo per ora in disparte l'esterno ovolemma ed anche la massima parte della gastrocisti e volgiamo la nostra attenzione all'*area germinativa* ed al quadrifoliato disco germinativo. Infatti è solo in questi che appaiono dapprima le più importanti modificazioni che hanno per conseguenza il differenziamento dei primi organi. Qui è affatto indifferente studiare l'area germinativa del mammifero (per esempio del coniglio) o il disco germinativo di un uccello o di un rettile (per esempio lucertola o testuggine). Di fatto in tutti i membri delle tre classi superiori di vertebrati che noi riuniamo insieme sotto il nome di amnioti i processi embriogenetici che primi appaiono sono essenzialmente affatto uguali. In ciò l'uomo non si comporta diversamente dal coniglio, dal cane, dal vitello, ecc., ed in tutti questi mammiferi l'area germinativa subisce essenzialmente le stesse modificazioni che negli uccelli e nei rettili. Queste sono state molto più spesso e più esattamente seguite nel pulcino perchè noi possiamo ad ogni momento procurarci uova gallinacee incubate in qualsiasi stadio. Anche il tondo disco germinativo del pulcino immediatamente dopo il principio dell'incubamento (entro poche ore) passa direttamente dallo stadio a due foglietti in quello a quattro foglietti per lo svilupparsi dei due strati del mesoderma dal solco primitivo fra l'esoderma e l'entoderma (figg. 89-92).

Ora il primo cambiamento che avviène nel tondo disco germinativo del pulcino consiste in ciò che le cellule al suo margine vanno moltiplicandosi più rapidamente tutto all'intorno e nel loro protoplasma si accumulano dei granuli più scuri. Nasce

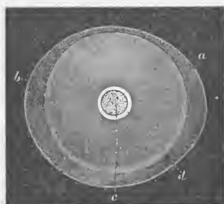


Fig. 105.

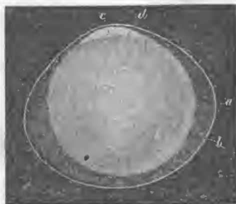


Fig. 106.

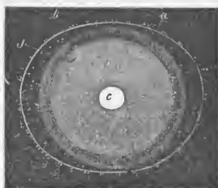


Fig. 107.



Fig. 108.

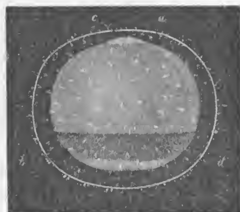


Fig. 109.

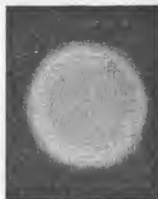


Fig. 110.



Fig. 111.

Fig. 105. Uovo di coniglio dall'utero, del diametro di 4 mm. La gastrocisti (*b*) si è alquanto ritirata dalla liscia membrana esterna od ovolemma (*a*). Nel centro della gastrocisti è visibile il tondo disco germinativo (blastodisco, *c*) al cui margine (in *d*) l'interno strato della blastocisti comincia già ad espandersi (figg. 105-109, da Bischoff). — Fig. 106. Lo stesso uovo di coniglio visto di fianco (in profilo); lettere come nella fig. 105. — Fig. 107. Uovo di coniglio dall'utero, del diametro di 6 mm. Il blastoderma è già in grande estensione bistratificato (*b*). L'esterna membrana (ovolemma) diventa villosa e papillosa (*a*). — Fig. 108. Lo stesso uovo di coniglio, visto di fianco (in profilo); lettere come nella fig. 107. — Fig. 109. Uovo di coniglio dall'utero, del diametro di 8 mm. La blastocisti ha già quasi dappertutto due strati (*k*), solo inferiormente (in *d*) essa è ancora semplice. — Fig. 110. Area germinativa circolare del coniglio, distinta nella centrale area pellucida e nella periferica area opaca. Pel trasparire del fondo scuro l'area pellucida appare più scura. — Fig. 111. Area germinativa ovale; all'esterno l'orlo torbido bianchiccio dell'area opaca.

così un anello scuro che si distingue più o meno nettamente dal più chiaro centro del disco germinativo (fig. 110). Designiamo d'ora in avanti quest'ultimo col nome di *area pellucida*, e l'anello più scuro con quello di *area opaca*. (A luce riflessa, come nelle figure 110-112, l'area pellucida appare al contrario scura perchè il fondo scuro traspare meglio, per contro l'area opaca appare più bianchiccia). Ora la figura circolare dell'area germinativa passa all'ellittica e subito dopo all'ovale (figg. 111, 112).

L'una estremità appare più larga e più ottusamente arrotondata, l'altra più stretta e più acuta; la prima corrisponde alla parte anteriore, l'altra alla posteriore del futuro corpo. Con ciò è già accennata la caratteristica forma fondamentale bilaterale del corpo, la contrapposizione di davanti e di dietro, di destra e di sinistra. Essa si fa presto più spiccata coll'apparire della linea primitiva all'estremità posteriore.

Nel centro dell'area pellucida appare di buon'ora una macchia torbida che parimente passa presto dalla forma circolare all'ovale. Dapprima quest'intorbidamento clipeiforme non è che leggerissimo, appena percettibile, presto però esso si delimita più nettamente ed appare oramai come uno scudo ovale circondato da due anelli od areole (fig. 112). L'anello interno più chiaro è il resto dell'area pellucida, l'anello esterno più scuro è l'area opaca; quanto alla stessa macchia clipeiforme essa è il primo abbozzo della parte dorsale dell'embrione. Noi la chiamiamo brevemente *scudo embrionale* (*embryaspis*) o *scùdo dorsale* (*notaspis*) (94). Il Remak l'ha chiamata « doppio scudo » poichè essa si origina da un ispessimento clipeiforme del foglietto esterno e del mediano. Nel più degli scritti questo scudo embrionale viene descritto come « *abbozzo embrionale* », come « progerme » o come « prima traccia dell'embrione ». Però questa denominazione, che s'appoggia alle autorità di Baer e di Bischoff, è erronea. Invero il germe od embrione esiste realmente già nella citula, nella gastrula ed in tutti i susseguenti stadii embrionali. Per contro lo scudo embrionale non è che il primo abbozzo della *parte dorsale* che per la prima specialmente si manifesta.

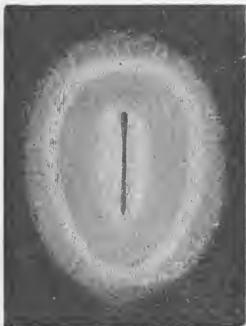


Fig. 112.
Disco germinativo ovale del coniglio, ingrandito circa 10 volte.

Poichè il delicato e semitrasparente disco germinativo giace su fondo scuro l'area pellucida appare come un anello scuro, invece l'esterna area opaca appare come un anello chiaro. Sembra pure bianchiccio l'ovale scudetto embrionale collocato nel mezzo, nel cui asse è visibile lo scuro solco midollare. Da Bischoff.

Poichè le antiche denominazioni « *abbozzo embrionale* ed *area germinativa* » vengono usate in molteplici sensi generando così una fatale confusione nella letteratura ontogenetica, noi dobbiamo qui espressamente dichiarare il vero significato di queste importanti parti embrionali degli amnioti. Già quattordici anni fa il Remak (§ 12) ha fatto notare che è al tutto falso il considerare lo *scudo embrionale* o « *scudo di Baer* » come il « *futuro embrione* » o come « la prima traccia dell' embrione », poichè già i foglietti germinativi primarii costituiscono il vero « abbozzo embrionale ». Ciò malgrado quell'antica, singolare designazione, grazie alla grande autorità di Baer e di Bischoff, si è largamente mantenuta sino ai tempi più recenti. Così, per esempio, il Kölliker, uno dei più segnalati ed influenti embriologi, dice ancora nell'ultima edizione della sua *Embriologia dell'uomo* (1884, pagg. 29, 88): « Nel centro dell'area pellucida (del pulcino) non appaiono che tardi le prime traccie dell'embrione »; e nella blastocisti del coniglio « appare là dove essa ha tre strati una macchia bianca, tonda, opaca, l'*area embrionale*, che non è altro che *il primo abbozzo dell'embrione* ». I malintesi che si collegano a questi e simili concetti hanno portato con sè molti e gravi errori nell'interpretazione delle contingenze embriogenetiche. Di fronte a questi

io devo espressamente rilevare le seguenti proposizioni: 1° la cosidetta « prima traccia dell'embrione » degli amnioti o lo *scudo embrionale* (*embryaspis*) nel centro dell'area pellucida non riposa che sul precoce differenziamento e sviluppo della *regione dorsale* mediana; 2° perciò la designazione meglio appropriata ad essa è il termine di « *scudo dorsale* (*notaspis*) » che io ho proposto già da molto tempo; 3° l'*area germinativa* od *area embrionale*, nella quale appaiono di buon'ora i primi vasi sanguigni embrionali, non sta come « area » esterna in opposizione al « vero embrione », ma è una parte di esso; 4° così pure anche il *sacco vitellino* o vescica ombelicale (residuo della gastrocisti) non è un'appendice estranea esterna dell'embrione, ma una parte esternamente collocata del suo *intestino primitivo*, una « ghiandola intestinale » embrionale; 5° lo scudo dorsale si stacca gradatamente dall'area germinativa e dal sacco vitellino pel crescere che fanno in basso i suoi margini piegandosi l'un verso l'altro ed espandendosi in *lamine ventrali;* 6° il sacco vitellino ed i vasi dell'area germinativa che presto si espandono su tutta la superficie di questa sono dunque *embriorgani* o « parti embrionali transitorie » che non hanno che un'importanza temporanea per la nutrizione del futuro corpo in via di germinamento; quest'ultimo pare, in opposizione a quelli, essere chiamato *corpo persistente* (menosoma).

La relazione fra queste condizioni cenogenetiche di sviluppo degli amnioti colle forme palingenetiche di embrionamento delle classi più antiche, ananonie, dei vertebrati si può riassumere nella seguente proposizione: La primitiva *gastrula*, che negli acranii, nei ciclostomi e negli anfibii trapassa completamente nel corpo embrionale, negli amnioti si differenzia di buon'ora in due parti: nello *scudo embrionale* (*embryaspis*) che costituisce l'abbozzo dorsale del corpo persistente (*menosoma*) e nel transitorio organo embrionale dell'*area germinativa* coi suoi vasi sanguigni che presto circondano tutto il sacco vitellino. Le diversità mostrate in queste importanti contingenze embriogenetiche dalle diverse classi del tipo dei vertebrati si possono solo intendere veramente quando noi in pari tempo teniamo presente da un lato i loro rapporti filogenetici, dall'altro le modificazioni cenogenetiche degli abbozzi embrionali, le quali furono provocate dalla *mutata cura della prole*, dall'avvicendarsi di un accrescimento e di una diminuzione nella massa del vitello nutritivo.

La ripetuta acquisizione e la ripetuta perdita del vitello di nutrizione si manifestano qui come *importantissimi processi cenogenetici* avvenuti nella filogenesi dei vertebrati. Nessuno di recente li ha più chiaramente giudicati e più rettamente esposti di quel che abbia fatto Carlo Rabl nella sua segnalata *Teoria del mesoderma.* Egli insiste ben a ragione su ciò che « *le uova hanno la loro filogenesi tanto come le forme perfette* » e distingue fra le uova dei vertebrati: 1° forme primariamente povere di tuorlo (acranii e ciclostomi); 2° forme primariamente ricche di tuorlo (selaci); 3° forme secondariamente povere di tuorlo (ganoidi ed anfibii); 4° forme secondariamente ricche di tuorlo (teleostei, rettili, uccelli, monotremi); 5° forme terziariamente povere di tuorlo (didelfi e mammiferi placentali).

Le variazioni che questo ripetuto crescere e diminuire della massa vitellina nutritiva ha portato nella forma della *gastrula* e specialmente nella posizione e forma del prostoma le abbiamo già studiate nella IX conferenza quando abbiamo comparato le diverse forme della gastrulazione nel tipo dei vertebrati. La bocca primitiva o prostoma è in origine una semplice apertura circolare al polo aborale dell'asse longitudinale; il suo labbro dorsale giace superiormente, il ventrale inferiormente. Nell'oloblastico *Amphioxus* il prostoma è un po' eccentrico, respinto verso il lato dorsale (fig. 39).

UNDICESIMA TABELLA

Specchio della costituzione dell'embrione degli amnioti dal corpo persistente (menosoma) e da organi embrionali transitorii (embryorgana).

Elementi di prim'ordine dell'embrione degli amnioti		Elementi di second'ordine	Elementi di terz'ordine
I. **Menosoma** Corpo persistente — Quella (piccola) parte dell'embrione degli amnioti (parte mediana del disco germinativo o discogastrula) che si svolge nel corpo definitivo	**Embryaspis** Scudo embrionale = Macchia embrionale (*Area embryonalis*) od abbozzo embrionale o prima traccia dell'embrione — (= Doppio scudo [di Remak] o « Scudo di Baer »)	I A. **Episoma** Parte dorsale del corpo (= lamine protovertebrali) = Zona rachidea (Scudo dorsale)	*a*) Vescica cerebrale e lamine cefaliche. *b*) Midollo spinale e lamine protovertebrali. *c*) Corda dorsale (entoderma assile).
		I B. **Hyposoma** Parte dorsale del corpo (= lamine laterali) = Zona parietale (lamine ventrali)	*a*) Lamine ventrali (lamine laterali parietali, somatopleura). *b*) Lamine intestinali (lamine laterali viscerali, splancnopleura).
II. **Embryorgana** Organi embrionali — Quella (gran) parte dell'embrione degli amnioti che non prende parte alla composizione del corpo definitivo, ma si svolge nei cosidetti organi « estraembrionali » transitorii	II A. **Lecithoma** Sacco vitellino *Saccus vitellinus*	II A 1. **Area germinativa** od area vascolare (*Area vasculosa*) II A 2. **Vesica umbilicalis** Vescica ombelicale	*a*) Area pellucida. *b*) Area opaca. *c*) Area vitellina.
	II B. **Allantois** Sacco urinario primitivo (= Vescica urinaria degli anfibii)	II B 1. Allantoide intrafetale II B 2. Allantoide estrafetale	*a*) Vescica orinaria (*Vesica urinaria*). *b*) Condotto orinario (*Urachus*). *c*) Placenta.
	II C. **Embryolemma** Invogli embrionali	II C 1. **Amnion** II C 2. **Serolemma** (Membrana serosa) passante per formazione di villosità nella membrana villosa o *chorion*	C 1. Cavità amniotica (*Amniocoelon*) C 2. Cavità sierosa (*Serocoelon*) = *Exocoeloma* o cavità interamniotica o celoma estrafetale

L'apertura si allarga col crescere del vitello nutritivo nei *ciclostomi* e *ganoidi;* negli storioni essa sta quasi all'equatore dello sferico uovo, il labbro inferiore (*a*) anteriormente, il dorsale (*b*) posteriormente (fig. 113, B). Nella gastrula discoide a larga bocca dei *selaci* che si espande interamente a piatto sul potente vitello nutritivo il semicerchio anteriore della periferia del disco appare come labbro dorsale, il posteriore come labbro ventrale (fig. 113, A). Sulla via dai discoblastici selaci agli anfiblastici *anfibii* la massa del vitello di nutrizione diminuisce di nuovo di tanto che esso soggiace alla segmentazione totale. Il prostoma divien qui nuovamente piccolo e stretto (fig. 113, C, *a b*); esso appare chiuso dal tappo vitellino, giace al limite tra la faccia

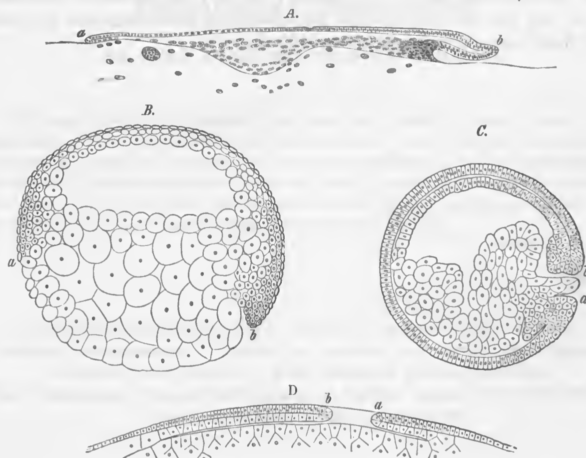


Fig. 113. — Sezione longitudinale mediana della gastrula di quattro vertebrati. Da Rabl.

A, Discogastrula di un selace (*Pristiurus*); *B*, Anfigastrula di uno storione (*Accipenser*); *C*, Anfigastrula di un anfibio (*Triton*); *D*, Epigastrula di un amnioto (schema); *a*) Labbro ventrale, *b*) dorsale del prostoma.

dorsale e la ventrale dell'embrione (al polo aborale del suo asse equatoriale) e mostra perciò di nuovo un labbro dorsale ed uno ventrale (*a b*). Un nuovo (secondario) sviluppo di potente vitello nutritivo si ebbe nuovamente negli stipiti degli *amnioti*, nei *protamnioti* o prorettili svoltisi dagli anfibii (fig. 113, D). Però l'accumulamento di masse vitelline avvenne qui solo nella parete ventrale dell'intestino primitivo, cosicchè lo stretto prostoma collocato posteriormente fu spinto in alto e venne a giacere sotto forma di « *solco primitivo* » foggiato a fessura sul dorso della discoide « epigastrula »; oramai (all'inverso da quanto accadde nei selaci, fig. 113, A) il labbro dorsale (*b*) dovette giacere anteriormente, il centrale (*a*) posteriormente (fig. 113, D). Questa condizione si trasmise di qui a tutti gli *amnioti*, sia che essi conservassero il grande vitello di nutrizione (rettili ed uccelli) o che questo nuovamente regredisse (mammiferi).

Quest'*interpretazione filogenetica* della gastrulazione o della celomazione come pure la loro critica comparazione nei diversi vertebrati sparge vivida e piena luce su

molti fenomeni ontogenetici sui quali ancor vent'anni fa regnavano le più scure ed erronee idee. Sopratutto si manifesta qui chiaramente l'alto valore scientifico della legge biogenetica fondamentale, della netta separazione critica dei processi *palingenetici* dai *cenogenetici*. Agli avversari di questa legge fondamentale rimane dunque anche interamente celata la vera significazione di quei rimarchevoli fenomeni. Sorprendenti esempi di tale mancanza di quella profonda intelligenza ci sono recentemente offerti sopratutto da Guglielmo His di Lipsia e Vittorio Hensen di Kiel. Sebbene questi diligenti osservatori da oltre vent'anni si affatichino all'esatta descrizione dei fatti ontogenetici, ad essi sono finora rimaste interamente chiuse le loro cause filogenetiche. Le pretese spiegazioni « meccaniche » cui essi ricorrono sono al tutto insufficienti (cfr. pag. 55). Qui, come avviene dappertutto nell'embriologia, non troviamo la vera via della spiegazione che per mezzo della filogenesi.



TREDICESIMA CONFERENZA

Regione dorsale e regione ventrale.

« Può tornar più comodo proseguire nell'antica via e vedere in ricerche isolate e senza legame l'unico cómpito della scienza, in quell'accumulamento di fatti che l'empirìa ha già da molto tempo preso a raccogliere. Ma questi fatti rimangono inutilizzati se non sono sistematicamente riuniti e portati in logica connessione gli uni cogli altri. Ciò è fatto dalla *morfologia*. Essa mostra all'anatomia i rapporti vicendevoli delle organizzazioni e le insegna a riconoscere nell'embriologia gli stati inferiori dai quali i superiori filogeneticamente sono derivati ».

Carl Gegenbaur (1876).

Prostoma o solco primitivo. — Solco midollare e tubo nerveo. Canale neurenterico. — Forma a sandalo dello scudo embrionale. Episoma ed iposoma. — Zona rachidea e zona parietale. Tubo intestinale e vescica ombelicale. — Parete dorsale e parete ventrale. Intestino cefalico e intestino pelvico.

Contenuto della tredicesima Conferenza.

Sviluppo dello scudo dorsale (*notaspis*). — Solco primitivo (*prostoma*) nella regione dorsale, solco midollare nella metà anteriore dello scudo dorsale. — Collegamento dei due solchi mediani per mezzo del canale neurenterico o canale nerveo-progastrico. — Neuroporo. — La forma ovale dello scudo embrionale trapassa nella sandaliforme. — Differenziamento di regione dorsale (episoma o zona rachidea) e di regione ventrale (iposoma o zona parietale). — Separazione delle due per mezzo del solco laterale. — Differenziamento delle lamine protovertebrali e delle lamine laterali. — Studii di sezioni attraverso al germe sandaliforme degli amnioti. — Distacco del tubo midollare dalla lamina cornea. — Origine del tubo intestinale chiuso dal piatto foglietto intestinale dello scudo embrionale. — Formazione dell'ombelico. — Distacco dello scudo dorsale dei mammiferi dalla blastocisti. — Ombilico cutaneo ed ombilico intestinale. — Formazione dell'amnion, dell'allantoide e della vescica ombilicale. — Formazione simile della parete dorsale e della ventrale. — Cavità dell'intestino cefalico e dell'intestino pelvico. — Fossa boccale e fossa anale. — Canali dei reni primitivi. — Primi vasi sanguigni.

Bibliografia.

Carl Gegenbaur, *Die Stellung und Bedeutung der Morphologie*, 1876 (*Morphol. Jahrb.*, vol. I).

A. Rauber, *Primitivrinne und Urmund*, 1876 (*Ibid.*, vol. II). — *Primitivstreifen und Neurula der Wirbelthiere*, 1877. — *Noch ein Blastoporus* (*Zool. Anz.*, 1883).

C. Kupffer, *Die Gastrulation der Wirbelthiere und die Bedeutung des Primitivstreifs*, 1882-1884 (*Arch. f. Anat. u. Phys.*).

C. K. Hoffmann, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Reptilien*, 1884 (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, vol. XL, e *Morphol. Jahrb.*, vol. XI).

C. Kupffer, *Ueber den Canalis neurentericus der Wirbelthiere*, 1887.

Johannes Rückert, *Ueber die Entstehung der Excretions-Organe bei Selachiern*, 1888 (*Arch. f. Anat. u. Phys.*).

Berthold Hatschek, *Ueber den Schichtenbau vom Amphioxus*, 1888 (*Anat. Anzeiger*, pag. 662).

Carl Rabl, *Ueber die Differenzirung des Mesoderms*, 1888 (*Ibid.*, pag. 667).

J. W. van Wijhe, *Ueber die Mesoderm-Segment des Rumpfes und die Entwickelung des Excretions-Systems bei Selachiern*, 1886.

XIII.

Signori!

I primissimi stadii embrionali dell'uomo, per le ragioni già esposte, ci sono in parte noti solo incompletamente o al tutto ignoti. Poichè però le susseguenti forme embrionali si comportano e si svolgono nell'uomo esattamente come nei rimanenti mammiferi, così non v'ha il minimo dubbio che anche i precedenti non siano affatto gli stessi. Già per la celomula dell'uomo (fig. 94), noi potemmo pur già convincerci

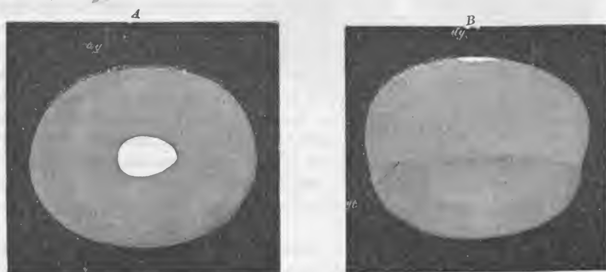


Fig. 114. — Gastrocisti di un coniglio di sette giorni con scudo embrionale ovale (*ag*).

A, Visto di sopra; *B*, di fianco. Da Kölliker. *ag*) Scudo dorsale (*notuspis*) o macchia embrionale (*area embryonalis*). Nella fig. *B* la metà superiore della gastrocisti è formata dai due foglietti germinativi primarii, l'inferiore (sino a *g e*) solo degli esterni.

per mezzo di regioni attraverso al suo prostoma che le sue tasche celomiche pari si sviluppano affatto come nel coniglio (fig. 93); così anche lo speciale corso della gastrulazione dovrà pur essere lo stesso.

Ora, come negli altri mammiferi, anche nell'uomo si sviluppa l'area germinativa e nella sua parte assile centrale lo *scudo embrionale* (*embryaspis*) di cui abbiamo già considerata la significazione nella precedente conferenza. In modo corrispondente seguono pure le prossime modificazioni di questo scudo embrionale, o della cosidetta « macchia embrionale » (*area embryonalis*, una volta considerata a torto come « prima traccia dell'embrione »). Sono queste modificazioni che noi abbiamo qui sopratutto da tener presenti e da seguire più oltre.

La parte più importante dello scudo embrionale ovale è anzitutto l'estremità posteriore più stretta; è infatti nella linea mediana di essa che appare dapprima la *linea primitiva* (fig. 115, *ps*). La stretta gronda longitudinale o solco mediano di essa, il cosidetto « solco primitivo » è, come già sappiamo, il *prostoma della gastrula*. Nella cenogeneticamente modificatissima gastrula dei mammiferi questo *prostoma* foggiato a fessura è così esteso in lunghezza che attraversa presto tutta la metà posteriore dello scudo dorsale; così avviene in un embrione di coniglio di 6-8 giorni (fig. 116, *p r*).

I due margini paralleli rilevati che limitano questa fessura longitudinale mediana sono le labbra laterali della bocca primitiva, il labbro destro ed il sinistro. Con ciò già in questa linea primitiva viene nettamente espressa la forma fondamentale bilaterale, dipleura o bilateralmente simmetrica del vertebrato. Dall'estremità anteriore più larga ed arrotondata dello scudo dorsale si svolge il futuro capo. Ora in questa metà anteriore dello scudo dorsale presto appare ugualmente un solco longitudinale mediano (fig. 116, *rp*). Questo è il più ampio solco dorsale o *solco midollare*, il primo inizio del sistema nerveo centrale. I due « rilievi dorsali o rilievi midollari » che lo includono si saldano più tardi al disopra di esso e formano il tubo midollare. Come lo mostrano le sezioni trasverse, esso viene formato unicamente dal foglietto embrionale esterno (figg. 129 e 130). Invece le labbra del prostoma giacciono, come ci è noto, nel sito importante in cui il foglietto embrionale esterno si piega nell'interno e da cui pure le tasche celomiche pari si addentrano fra i due foglietti germinativi primarii.

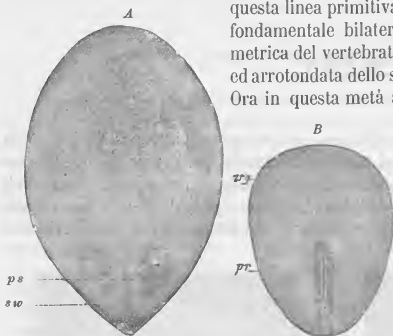


Fig. 115. — Scudo embrionale ovale del coniglio. *A*, Di 6 giorni e 18 ore; *B*, Di 8 giorni. Da Kölliker. *ps*) Linea primitiva; *pr*) Solco primitivo; *arg*) Area germinale; *sw*) Inspessimento falcato terminale.

Il solco primitivo mediano nella metà posteriore e il solco midollare mediano nella metà anteriore sono dunque due formazioni affatto diverse sebbene alla osservazione superficiale quest' ultimo sembri non essere che la continuazione anteriore del primo. Perciò anche essi furono dapprima generalmente confusi e nell'antica figura, soventi riprodotta, che il Bischoff (1842) aveva data dello scudo dorsale ovale del coniglio (fig. 112) un semplice solco longitudinale scorre per tutta la lunghezza della sua linea mediana. Quest'errore era tanto più perdonabile inquantochè subito dopo fra questi due solchi longitudinali si stabilisce di fatto una notevolissima connessione. In vero le due callosità dorsali parallele che anteriormente passano inarcandosi l'una all'altra (fig. 117) posteriormente si allontanano l'una dall'altra e comprendono l'estremità anteriore del solco primitivo. Allora esse si saldano al disopra di questo per modo che il solco primitivo (o la cavità progastrica posteriore) trapassa direttamente

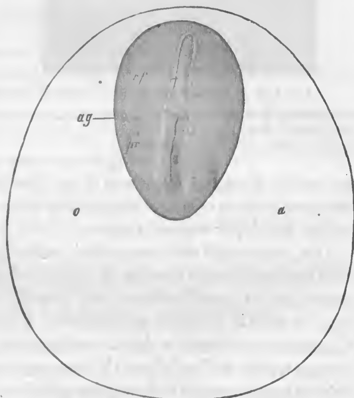


Fig. 116. — Scudo dorsale (*ag*) ed area germinativa (*o*) di un embrione di coniglio di 8 giorni. Da Kölliker. *pr*) Solco primitivo; *rf*) Solco dorsale.

nel tubo midollare che va chiudendosi. Questo passaggio è il notevole canale nerveo-progastrico o gastro-midollare (*canalis neurentericus*, fig. 118, *en*). La massa cellulare inspessita del margine del prostoma la quale lo circonda è il *nodo neurenterico* (o il cosidetto « nodo di Hensen », fig. 117, *nk*). La diretta comunicazione che viene così stabilita fra le due cavità dell'intestino primitivo e del tubo nerveo non permane del resto che breve tempo; esse vengono presto separate definitivamente da un tramezzo.



Fig. 117. — Scudo embrionale di un coniglio di 8 giorni. Da Van Beneden.

pr) Solco primitivo; *cn*) Canale neurenterico; *nk*) Nodo neurenterico (cosidetto " nodo di Hensen "); *kf*) Processo cefalico (*Chorda*).

L'enigmatico *canale neurenterico* è un vetustissimo organo embrionale e possiede un alto interesse filogenetico poichè esso appare transitoriamente in pari modo in *tutti i cordati* (tanto tunicati che vertebrati). Dappertutto esso tocca o circonda a mo' di arco l'estremità posteriore della corda dorsale che qui dalla linea mediana dell'intestino primitivo (fra i due lobi celomici del solco falcato) si sviluppa verso l'avanti (come « processo cefalico », fig. 117, *kp*). Simili disposizioni antichissime, strettamente ereditarie che oggi non han più alcun significato fisiologico devono tuttavia, quali « organi rudimentali » attirar tutta la nostra attenzione. La tenacia colla quale l'inutile canale neurenterico si eredita per tutta quanta la serie dei vertebrati è altrettanto interessante per la teoria della discendenza in generale come in particolare per la filogenesi dei cordati.

La connessione stabilita dal canale neurenterico (fig. 118, *cn*) fra il tubo nerveo dorsale (*n*) ed il tubo intestinale ventrale (*d*) si mostra molto chiaramente nell'*Amphioxus* nella sezione longitudinale della larva celomula tostochè il prostoma alla sua estremità posteriore si è interamente chiuso. Il tubo midollare in questo stadio possiede ancora un orifizio esterno alla sua estremità anteriore, il *neuroporo* (vedi fig. 80, *np*). Anche quest'orifizio più tardi si chiude. Allora giacciono l'uno sull'altro due canali al tutto chiusi, sopra il tubo midollare, sotto il tubo intestinale, entrambi divisi per mezzo della corda. Affatto le stesse condizioni che in questi acranii si mostrano anche negli affini tunicati, le ascidie (tav. X, figg. 5 e 6).

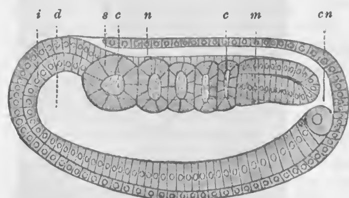


Fig. 118. — Sezione longitudinale della celomula dell'*Amphioxus* (dal lato sinistro).

i) Entoderma; *d*) Intestino primitivo; *cn*) Canale neurenterico; *n*) Tubo nerveo; *m*) Mesoderma; *s*) Primo segmento primitivo; *c*) Tasche celomiche. Da Hatschek.

Nella stessa precisa forma e posizione noi ritroviamo il canale neurenterico negli *anfibii*. Una sezione longitudinale attraverso ad un giovanissimo girino o larva di rana (fig. 119) ci mostra che noi dalla bocca primitiva ancora aperta (*x*) possiamo penetrare tanto nell'ampia cavità progastrica (*al*) quanto nello stretto tubo nerveo soprastante (*nc*). Un po' più tardi, quando il prostoma si è chiuso, lo stretto canale

neurenterico (fig. 120, *ne*) rappresenta la connessione arcuata fra il canale nerveo dorsale (*mc*) e il tubo intestinale ventrale.

Negli *amnioti* questa *forma primitiva arcuata del canale neurenterico* in principio non si trova per la ragione che qui il prostoma ha migrato affatto sulla faccia

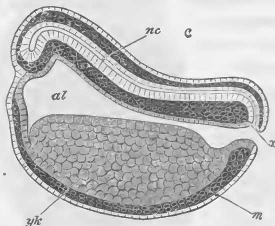


Fig. 119. — Sezione longitudinale della cordula di una rana. Da Balfour.

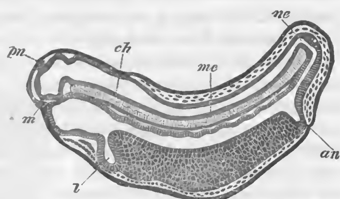


Fig. 120. — Sezione di un embrione di rana. Da Goette.

Fig. 119: *nc*) Tubo nerveo; *x*) Canale neurenterico; *al*) Tubo intestinale; *yk*) Cellule viteline; *m*) Mesoderma. — Fig. 120: *m*) Bocca; *l*) Fegato: *an*) Ano; *ne*) Canale neurenterico; *mc*) Tubo midollare; *pn*) Ghiandola pineale (epifisi); *ch*) Corda dorsale.

dorsale della gastrula trasmutandosi in quella fessura longitudinale che è il « solco primitivo ». Visto di sopra il solco primitivo (fig. 122, *pr*) appare dunque come la

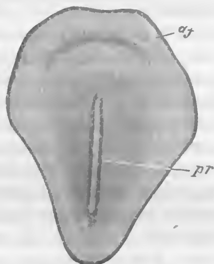


Fig. 121.

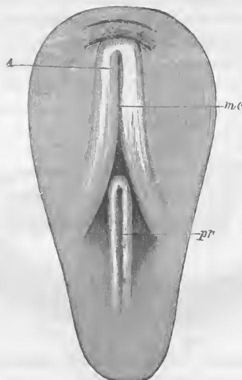


Fig. 122.

Scudo dorsale del pulcino. Da Balfour.

Il solco midollare (*me*), che nella figura 121 non è ancor visibile, nella figura 122 abbraccia colla sua estremità posteriore l'estremità anteriore del solco primitivo (*pr*).

continuazione in linea retta del solco midollare (*me*) più recente che gli sta davanti. I rami posteriori divergenti di quest'ultimo abbracciano l'estremità anteriore del primo. Più tardi segue qui la completa chiusura della bocca primitiva pel fatto che le callosità dorsali chiudendosi a formare il tubo midollare ricoprono il prostoma. Allora il canale

neurenterico in forma di stretto tubo che sale inarcandosi (fig. 123, *n e*) conduce direttamente dal tubo midollare (*sp*) nel tubo intestinale (*p a g*). Immediatamente davanti ad esso sta l'estremità posteriore della corda (*c h*).

Mentre si compiono questi importanti processi nella parte assile dello scudo dorsale questo cambia anche la sua figura esterna. La forma ovale (fig. 112) diventa simile ad una suola o sandalo, ad una chitarra o ad un biscotto (fig. 124). Il terzo mediano cresce meno rapidamente in larghezza del posteriore e meno ancora dell'anteriore, così l'abbozzo del corpo definitivo appare alquanto ristretto nei fianchi. In pari tempo la forma ovale dell'area germinativa passa nuovamente alla rotonda e l'interna area pellucida differenziasi più nettamente dall'esterna area opaca (fig. 125, *a*). La periferia dell' area germinativa determina il limite della formazione vascolare nel mesoderma.

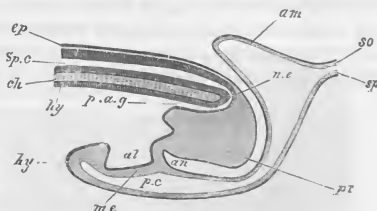


Fig. 123. — Sezione longitudinale dell'estremità posteriore di un embrione di pulcino. Da Balfour.

sp) Tubo midollare connesso per mezzo del canale neurenterico (*n e*) coll'intestino terminale (*p a g*); *ch*) Corda dorsale; *pr*) Nodo neurenterico (Henseniano); *a l*) Allantoide; *ep*) Esoderma; *h y*) Entoderma; *so*) Foglietto parietale; *sp*) Foglietto viscerale; *a n*) Fossa anale; *a m*) Amnio.

La caratteristica *forma a sandalo dello scudo dorsale* la quale è determinata dalla minor larghezza della parte mediana e che viene paragonata ad un violino, ad una chitarra o ad una suola di scarpa in tutti gli amnioti permane molto tempo. Tutti i mammiferi, uccelli e rettili in questo stadio hanno essenzialmente la stessa conformazione e la conservano ancora per maggiore o minor tempo dopo che è cominciata la separazione dei segmenti primitivi nei lobi celomici (fig. 126). Lo scudo embrionale prende questa forma a sandalo già nella seconda settimana del suo sviluppo; verso il fine di questa settimana il nostro embrione sandaliforme ha pressapoco la lunghezza di una linea o due millimetri.

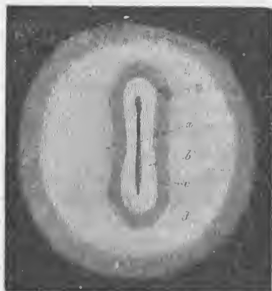


Fig. 124. — Disco germinativo del coniglio con scudo embrionale sandaliforme, ingrandito circa 10 volte.

Il campo chiaro, circolare (*d*) è l'area opaca. L'area pellucida (*c*) è liriforme come lo stesso scudo embrionale (*b*). Nel suo asse si vede il solco dorsale o solco midoll. (*a*). Da Bischoff.

La perfetta *simmetria bilaterale del corpo del vertebrato* che già nella forma ovale dello scudo dorsale (fig. 112) era accennata dalla linea primitiva mediana, nella forma a sandalo si esplica anche più nettamente (figg. 125-128). Nello scudo dorsale sandaliforme si differenziano sempre più chiaramente gli organi assili del piano mediano (dietro la linea primitiva, davanti il tubo midollare, disotto la corda) e le regioni degli organi laterali che si sviluppano simmetricamente a destra e sinistra di essi. Ora in questi territorii laterali dello scudo dorsale si differenziano nettamente una zona più scura centrale ed una zona periferica più chiara; la prima viene chiamata « zona rachidea » (fig. 127, *stz*),

la seconda « zona parietale » (*p z*); dalla prima nasce la metà dorsale della parete, del corpo, dall'altra la metà ventrale.

La cosidetta « zona rachidea » dell'embrione degli amnioti viene meglio chiamata *scudo dorsale* (*notaspis*); da essa infatti si svolge tutta la metà dorsale del futuro corpo (o del corpo definitivo), cioè la regione dorsale (*episoma*). La cosidetta « zona parietale » invece vien più acconciamente chiamata *zona ventrale* o scudo ventrale (*hypaspis*); infatti da essa nascono le « lamine laterali » che più tardi si staccano dalla gastrocisti e la regione ventrale (*hyposoma*), cioè la metà ventrale del corpo definitivo colla cavità celomica e l'incluso tubo intestinale.

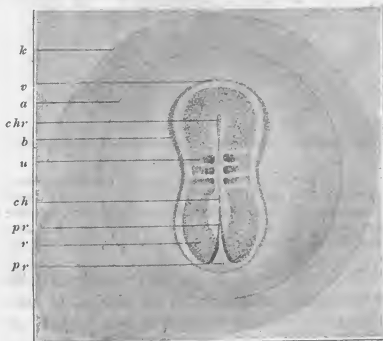


Fig. 125. — Embrione della sariga (*Opossum*) di 60 ore, del diametro di 4 mm. Da Selenka.

k) La sferica gastrocisti; *a*) Il tondo disco germinativo; *b*) Limiti delle lamine ventrali; *r*) Scudo dorsale; *v*) La sua parte anteriore; *u*) Il primo segmento primitivo; *ch*) Corda dorsale; *chr*) Sua estremità anteriore; *pr*) Solco primitivo (bocca primitiva).

Gli scudi dorsali sandaliformi di tutti gli amnioti ancora nello stadio di sviluppo che è mostrato dalla figura 127 per un coniglio e dalla figura 128 per un opossum sono così simili che non si possono distinguere affatto o soltanto per caratteri affatto subordinati della grandezza nei singoli animali. Anche l'embrione sandaliforme dell'uomo in questo stadio di sviluppo non si può ancora distinguere da quello degli altri mammiferi ed è specialmente similissimo a quello del coniglio. Per contro questo piatto embrione sandaliforme degli amnioti appare molto differente dalle corrispondenti forme embrionali dei vertebrati inferiori oloblastici (*Amphioxus*); e tuttavia la struttura del corpo dei primi è essenzialmente la stessa che noi troviamo nella cordula (figg. 80-83) degli ultimi e nelle forme embrionali segmentate che direttamente se ne svolgono. La spiccata differenza esterna anche qui è dinuovo determinata da ciò che negli embrioni palingenetici dell'*Amphioxus* (figg. 80-81) e degli anfibii (figg. 82 e 83) la parete intestinale e la parete ventrale formano fin dal principio dei tubi chiusi, mentre esse nei cenogenetici « dischi germinativi » degli amnioti per la colossale estensione del sacco vitellino sono costrette ad espandersi a mo' di foglio sulla superficie di questo.

Tanto più notevole riesce il fatto che la precoce separazione di metà dorsale e metà ventrale in tutti i vertebrati si compia in guisa eguale, strettamente ereditaria. Qui come colà, in quegli acranii come in questi cranioti, già in questo tempo si separa il *corpo dorsale* (*episoma*) dal *corpo ventrale* (*iposoma*). Anzi nella parte mediana del corpo questo differenziamento è già seguito più presto pel fatto dello svilupparsi della corda assile fra il tubo nerveo dorsale ed il tubo intestinale ventrale. Ma nella parte esterna o laterale del corpo esso vien determinato solo più tardi da ciò che le tasche celomiche pari vengono, pel formarsi di una insenatura frontale, divise in due porzioni in un *episomite* dorsale (segmento dorsale o « protovertebra ») ed un *episomite*

ventrale (segmento ventrale). Ciascuno dei primi nell'*Amphioxus* fornisce una delle tasche muscolari, ciascuno dei secondi una tasca sessuale o gonade (cfr. la regione trasversa del protovertebrato, figg. 98 e 99).

Questi importanti processi di differenziamento del mesoderma che saranno esaminati più da presso nella prossima conferenza vanno di pari passo con importanti mutamenti nell' esoderma, mentre sulle prime l'entoderma non si modifica se non leggermente. Il miglior modo di studiarli è l'esame di *sezioni* trasverse condotte perpendicolarmente alla superficie attraverso al sandaliforme scudo embrionale. Una simile sezione attraverso ad un uovo gallinaceo incubato al termine del primo giorno d'incubazione ci mostra il foglietto glandulo-intestinale come un semplicissimo epitelio che è espanso foliarmente sulla superficie esterna del vitello nutritivo (fig. 129, *dd*). Dalla linea mediana dorsale di quest'entoderma si è separata la corda (*ch*); a destra ed a sinistra di questa le due metà mesodermiche od i « lobi celomici » pari. Una stretta fessura in quest'ultima è l'accenno della cavità celomica (*uwh*); da essa vengono separate le due lamelle delle tasche celomiche, l'inferiore (viscerale) e la superiore (parietale). Il largo solco dorsale (R*f*) formato dalla lamina midollare (*m*) è ancora ampiamente aperto, vien però separato per mezzo dei rilievi midollari paralleli dalla lamina cornea (*h*) laterale.

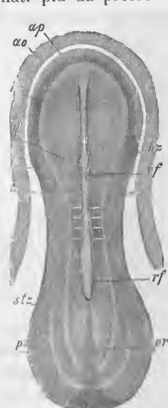


Fig. 126. — Scudo embrionale sandaliforme di un coniglio di otto giorni, colla parte anteriore dell'area germinativa (*ao* area opaca, *ap* area pellucida). Da Kölliker.

rf) Solco dorsale nel mezzo della lamina midollare, *h*; *pr*) Solco primitivo (*prostoma*); *stz*) Zona dorsale (zona rachidea); *pz*) Zona ventrale (zona parietale). Nella parte mediana più stretta si vedono i tre primi segmenti primitivi.

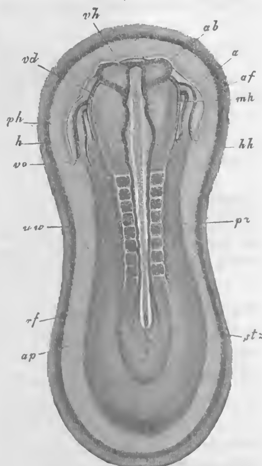


Fig. 127. — Scudo embrionale sandaliforme di un coniglio di nove giorni. Da Kölliker (veduta dorsale, dal disopra).

stz) Zona rachidea o scudo dorsale (con otto paia di segmenti primitivi); *pz*) Zona parietale o zona ventrale; *ap*) Area pellucida; *af*) Ripiegatura amniotica; *h*) Cuore; *ph*) Cavità pericardica; *vo*) Vena omfalomesenterica; *ab*) Vescicole oculari; *vh*) Cervello anteriore; *mh*) Cervello medio; *hh*) Cervello posteriore; *uw*) Segmento primitivo (protovertebra).

Ora mentre i rilievi midollari si fan più alti e s'incurvano l'un verso l'altro (fig. 130, *a*), nel mesoderma si forma da ciascun lato un solco longitudinale parallelo ad essi, un *solco laterale* (*sulcus lateralis*). In questo solco laterale giace dapprima il « canale pronefridiale » (fig. 131, *ung*). Questo solco laterale tagliando completamente il foglietto mediano lo divide in due sezioni distinte: la parte interna o mediale (*a*) è la « lista protosegmentale » che forma la massima parte della zona rachidea e che in seguito segmentandosi si scinde nella serie dei somiti (nelle figg. 127 e 125 vi son già 8 paia

di somiti); la sezione esterna o laterale invece è la « lamina laterale » (fig. 130, *rp*); essa appare, vista di sopra, quale « zona parietale » e si divide in seguito nei due foglietti fibrosi. Nella metà anteriore dello scudo germinativo, la quale corrisponde al futuro capo, non si fa alcuna separazione fra l'interna massa protovertebrale e l'esterna



Fig. 128. — Scudo embrionale sandaliforme di un *Opossum* (*Didelphis*) di tre giorni (72 ore). Da Selenka (veduta dorsale, dal disopra).

stz) Zona rachidea o scudo dorsale con otto paia di segmenti primitivi); *pz*) Zona parietale o ventrale; *ap*) Area pellucida; *ao*) Area opaca; *hh*) Metà cardiache; *v*) Estremità anteriore; *h*) Estremità posteriore. Nella linea mediana traluce la corda dorsale (*ch*) attraverso il chiaro tubo midollare (*n*); *u*) Segmento primitivo; *pr*) Linea primitiva (*prostoma*).

lamina laterale. La parte mediana, più interna, delle lamine laterali la quale tocca la lista protosegmentale o « lamina protovertebrale » si chiama *lamina mediana* (fig. 131, *mp*). Sotto ad essa appaiono i primi vasi sanguigni, le « aorte primitive » (*ao*).

Durante questi processi avvengono importanti modificazioni nel *foglio cutaneo-sensorio* cioè nel foglietto esterno. Il perdurante sollevamento ed il costante accrescimento dei due rilievi dorsali conducono infine a ciò che oramai queste due liste rilevate si curvano coi loro margini liberi l'una verso l'altra, si avvicinano sempre più (fig. 130, *w*), ed infine si saldano insieme. Così dall'aperto solco dorsale la cui fessura superiore si fa sempre più stretta si origina alla fine un tubo cilindrico

(fig. 131, *mr*). Questo tubo ha la massima importanza; esso è il primo rudimento del sistema nerveo centrale, cioè del cervello e del midollo spinale, è il *tubo midollare* (*tubus medullaris*). Una volta si vedeva in questo fatto ontogenetico un mirabile enigma; noi vedremo in seguito che esso in luce alla teoria della discendenza si presenta come un processo naturalissimo. La sua spiegazione filogenetica sta in ciò che il sistema nerveo centrale è l'organo da cui dipende ogni relazione col mondo esterno,



Fig. 129.



Fig. 130.

Sezione trasversa dello scudo embrionale di un pulcino al fine del primo giorno d'incubazione; nella fig. 130 è un po' più sviluppato e ingrandito circa 20 volte.

Fig. 129. *h*) Lamina cornea; *m*) Lamina midollare che forma il solco dorsale (*Rf*); *ch*) Corda dorsale; *uwh*) Fessura celomica; *uwp*) Parte dorsale del mesoderma; *sp*) Parte ventrale (lamine laterali); *dd*) Foglietto glandulo-intestinale. Da Kölliker. — Fig. 130. I due margini della lamina midollare (*m*) i quali, come callosità marginali (*w*), delimitano quest'ultima dalla lamina cornea (*h*) si curvano l'un verso l'altro. D'ambo i lati della corda dorsale (*ch*) le lamine protosegmentali (*u*) si sono differenziate dalle lamine laterali (*p*); *d*) Foglietto glandulo-intestinale. Da Remak.

ogni attività psichica ed ogni percezione del senso; perciò esso deve in origine essersi sviluppato dalla superficie esterna del corpo, dall'epidermide. Più tardi il solco midollare si stacca interamente dal foglietto germinativo esterno, viene circondato dalle parti laterali delle protovertebre e così respinto all'interno (fig. 141). La rimanente parte del foglietto cutaneo-sensorio (fig. 131, *h*) chiamasi d'ora in poi *lamina cornea* o foglietto corneo, perchè da essa sviluppasi l'intera epidermide colle relative parti cornee (unghie, peli, ecc.) (confrontare le tavole IV e V colla spiegazione).

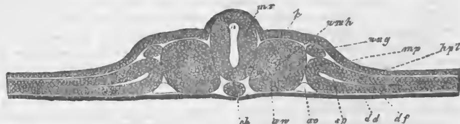


Fig. 131. — Sezione dello scudo embrionale (da un pulcino incubato al secondo giorno d'incubazione), ingrandito circa 100 volte. Da Kölliker.

h) Lamina cornea; *mr*) Tubo midollare; *ung*) Condotto nefridiale; *uw*) Segmenti primitivi; *hf*) Foglietto fibroso-cutaneo; *mp*) Lamina mediana; *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *sp*) Fessura celomica; *ao*) Aorta primitiva; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale.

Dall'esoderma sembra ancora separarsi molto per tempo un altro organo affatto distinto, cioè il *condotto pronefridiale* (*ung*). Questo è in origine un lungo condotto semplicissimo, tubulare, un canale diritto che scorre ai due lati delle liste protovertebrali (ai lati esterni) dall'avanti all'indietro (fig. 92, *ung*). Esso sembra nascere ai lati del tubo midollare dalla lamina cornea, nella lacuna che si trova fra le lamine protovertebrali e le lamine laterali. Già all'epoca in cui avviene il distacco del tubo midollare dalla lamina cornea diventa visibile in questo spazio il condotto pronefridiale. Secondo altri osservatori il primo inizio di esso deve essere fornito non dal foglio cutaneo-sensorio ma dal foglio fibroso-cutaneo.

Il foglietto germinativo interno od il *foglietto glandulo-intestinale* (fig. 131, *dd*) durante questo processo non subisce modificazione. Solo un po' più tardi esso mostra una infossatura a mo' di gronda pochissimo incavata nella linea mediana dello scudo embrionale, immediatamente sotto la corda. Questa infossatura si chiama *gronda*

intestinale o solco intestinale. Essa ci accenna già il futuro destino di questo foglietto germinativo. Infatti col graduale infossarsi di questo solco intestinale e col ripiegarsi che fanno l'un verso l'altro i suoi margini limitanti esso si trasforma in un tubo chiuso, il *tubo intestinale*, nello stesso modo che il solco midollare dorsale si era cambiato in tubo midollare. Il foglietto fibroso-intestinale (fig. 132, *f*) che aderisce al foglietto glandulo-intestinale (*d*) segue naturalmente l'incurvarsi di quest'ultimo. Così fin dal principio la nascente parete intestinale risulta formata di due strati, internamente dal foglietto glandulo-intestinale, esternamente dal foglietto fibroso-intestinale.

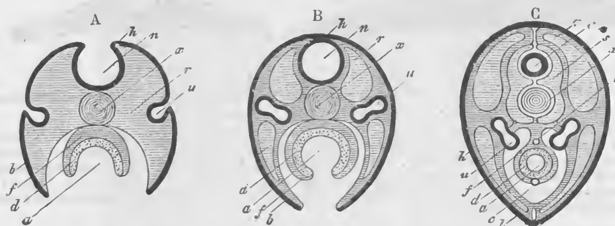


Fig. 132. — Tre sezioni trasversali schematiche dello scudo embrionale di un vertebrato superiore per mostrare l'origine degli abbozzi tubulari di organi dei foglietti germinativi incurvati.

Nella fig. *A* il tubo midollare (*n*) ed il tubo intestinale (*a*) sono ancora solchi aperti; i condotti dei reni primitivi o condotti nefridiali (*u*) sono ancora solchi laterali scavati nell'epidermide (*h*). Nella fig. *B* il tubo midollare (*n*) e la parete dorsale sono già chiusi, mentre il lato intestinale (*a*) e la parete ventrale sono ancora aperti; i condotti nefridiali (*u*) si sono liberati dalla lamina cornea (*h*) e si sono messi internamente in comunicazione coi pronefridii segmentali. Nella fig. *C* tanto il tubo midollare e la parete dorsale superiormente quanto disotto il tubo intestinale e la parete ventrale sono chiusi. Da tutti quei solchi aperti sono nati tubi chiusi; i reni primitivi sono emigrati verso l'interno. Le lettere hanno dovunque la stessa significazione: *h*) Foglietto cutaneo-sensorio; *n*) Tubo midollare; *u*) Condotti nefridiali; *x*) Corda dorsale; *s*) Abbozzo delle vertebre; *r*) Parete dorsale; *b*) Parete ventrale; *c*) Cavità del corpo o celoma; *f*) Foglietto fibroso-intestinale; *t*) Arteria primitiva (aorta); *v*) Vena primitiva (vena subintestinale); *d*) Foglietto glandulo-intestinale; *a*) Tubo intestinale (cfr. tavole IV e V).

La formazione del tubo intestinale è simile a quella del tubo midollare inquantochè in entrambi i casi nasce da principio sulla linea mediana di un piatto foglio germinativo una gronda o solco rettilineo. Poi i margini di questa gronda si incurvano l'un verso l'altro e si saldano a tubo (fig. 132). Ma tuttavia i due processi sono in fondo molto differenti. Infatti il tubo midollare si chiude per tutta la sua lunghezza per formare un tubo cilindrico, mentre il tubo intestinale rimane aperto in mezzo e la sua cavità rimane ancora per lungo tempo in comunicazione colle cavità della gastrocisti. L'aperta comunicazione fra le due cavità non si chiude che molto tardi, quando si forma l'ombilico. La chiusura del tubo midollare si fa *dai due lati* pel saldarsi che fan l'uno coll'altro a destra ed a sinistra i margini del solco dorsale. La chiusura del tubo intestinale invece non segue unicamente da destra e da sinistra, ma anche in pari tempo dall'avanti e dall'indietro poichè i margini del solco intestinale vengono a saldarsi da *tutti i lati* procedendo verso l'ombilico. Del resto tutto questo processo della formazione secondaria dell'intestino nelle tre classi superiori di vertebrati sta nel più intimo rapporto colla *formazione dell'ombilico*, col *distacco dell'embrione* dal sacco vitellino o vescica ombilicale (cfr. fig. 100, e tav. V, figg. 14, 15).

Per rendervi chiaro questo punto voi dovete tener ben presente la relazione che ha lo scudo embrionale germinativo coll'area germinativa e colla gastrocisti. Ciò riesce meglio di tutto colla comparazione dei cinque stadii rappresentati in *sezione longitudinale* dalle figg. 133-137. Lo scudo embrionale (*e*) che dapprima non sporge che poco sulla superficie dell'area germinativa incomincia presto a sollevarsi fortemente al disopra di essa ed a staccarsi dalla gastrocisti.

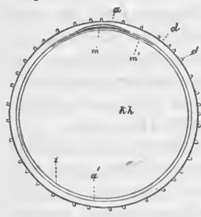


Fig. 133.

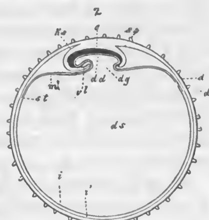


Fig. 134.

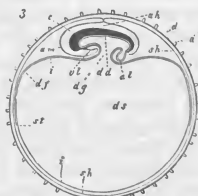


Fig. 135.

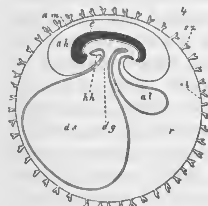


Fig. 136.

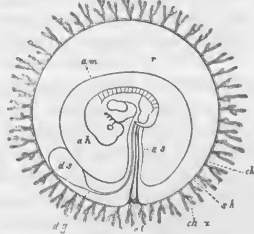


Fig. 137.

Cinque sezioni longitudinali schematiche dell'embrione di mammifero in via di maturazione e dei suoi invogli.

Nelle figure 133-136 la sezione longitudinale passa pel piano sagittale o piano mediano del corpo che divide la metà destra dalla sinistra; nella fig. 137 l'embrione è visto dal fianco sinistro; nella fig. 133 il *prochorion* (*d*) rivestito di villi (*d'*) avvolge la gastrocisti la cui parete risulta dai due foglietti germinativi primarii. Fra il foglietto germinativo esterno (*a*) e l'interno (*i*) si è sviluppato nella regione dell'area germinativa il foglietto medio (*m*). Nella fig. 134 l'embrione (*e*) comincia a liberarsi dalla gastrocisti (*d s*) mentre attorno ad esso si eleva in giro il vallo della ripiegatura amniotica (anteriormente in forma di guaina cefalica, *h s*; posteriormente di guaina caudale, *s s*). Nella fig. 135 i margini della ripiegatura amniotica (*a m*) si incontrano in alto sopra al dorso dell'embrione e così formano la cavità amniotica (*a h*); mentre l'embrione (*e*) si stacca maggiormente dalla gastrocisti (*d s*) nasce il canale intestinale (*d d*) dalla cui estremità posteriore cresce fuori l'allantoide (*a l*). Nella fig. 136 l'allantoide (*a l*) si fa più grande, il sacco vitellino (*d s*) più piccolo. Nella fig. 137 l'embrione mostra già le fessure branchiali e gli abbozzi delle due paia di gambe; il *chorion* ha prodotto dei villi ramificati. In tutte le cinque figure significa: *e*) Embrione; *a*) Foglietto germinativo esterno; *m*) Foglietto medio; *i*) Foglietto interno; *a m*) Amnio; (*k s*, guaina cefalica; *s s*, guaina caudale); *a k*) Cavità amniotica; *a s*) Guaina amniotica del cordone ombelicale; *h h*) Gastrocisti; *d s*) Sacco vitellino (vescica ombelicale); *d g*) Condotto vitellino; *d f*) Foglietto fibroso-intestinale; *d d*) Foglietto glandulo-intestinale; *a l*) Allantoide; *v l* = *h h*) Regione del cuore; *d*) Membrana vitellina (ovolemma o *prochorion*), *d'*, suoi villi; *s h*) Membrana serosa (serolemma), *s z*, suoi villi; *c h*) Membrana villosa o *chorion*, *c h z*, suoi villi; *s t*) Vena terminale; *r*) Pariceloma o seroceloma (la cavità piena di liquido fra l'amnio e il *chorion*). Da Kölliker. Confrontare la tavola V, figure 14 e 15.

Intanto lo scudo embrionale, osservato dalla faccia dorsale, mostra ancor sempre la semplice forma primitiva di sandalo (figg. 125-128). Non si vede ancor traccia di divisione in capo, collo, tronco, ecc., come pure di estremità. Ma in spessore lo scudo

embrionale è potentemente cresciuto, sopratutto nella sua parte anteriore. Oramai in forma di spesso rilievo ovale fortemente convesso esso si eleva notevolmente sulla superficie dell'area germinativa. Ora esso comincia a staccarsi completamente dalla gastrocisti colla quale esso è riunito per la sua superficie ventrale, comincia ad emanciparsi. Progredendo il distacco il suo dorso si incurva sempre più; nello stesso grado in cui l'embrione cresce e diventa grosso, la gastrocisti diminuisce e si fa piccola ed infine quest'ultima non è più che una piccola vescichetta che pende fuori dal ventre dell'embrione (fig. 137, *ds*); presto, in seguito ai processi di accrescimento i quali determinano questo distacco si forma in giro attorno al corpo dell'embrione e sulla superficie della gastrocisti un infossamento a mo' di solco, un *solco limitante* che circonda come una fossa l'embrione, e di fuori da questa fossa si forma pel sollevarsi delle parti adiacenti della gastrocisti un vallo od argine annulare (134, *ks*).

Per formarci una chiara idea di quest'importante processo paragoniamo l'embrione con una fortezza circondata da fosso e bastione. Questo fosso è formato dalla parte esterna dell'area germinativa e cessa là dove l'area passa nella gastrocisti. L'importante fessura del foglietto medio la quale dà origine alla cavità del corpo si continua perifericamente nel territorio dell'embrione su tutta l'area germinativa. Dapprima questo foglietto mediano si estende più oltre dell'area germinativa; tutta la rimanente parte della gastrocisti non risulta al principio che dai due primitivi foglietti limitanti, dal foglietto germinativo esterno e da quello interno. Sin dove giunge dunque l'area germinativa il foglietto mediano si scinde parimente nelle due lamelle che già ci son note, nell'esterno foglietto fibroso-cutaneo e nell'interno foglietto fibroso-intestinale. Queste due lamelle divaricano fortemente per l'accumularsi fra di esse di un limpido umore (fig. 135, *am*). La lamella interna, il foglietto fibroso-cutaneo, rimane aderente al foglietto interno della gastrocisti, al foglietto glandulo-intestinale. L'esterna lamella invece, il foglietto fibroso-cutaneo, si adatta strettamente al foglietto esterno dell'area germinativa, al foglietto cutaneo-sensitivo, ed insieme con questo si solleva naturalmente al disopra della gastrocisti. Da queste due lamelle esterne insieme riunite nasce ora una pelle continua. Essa è il vallo annulare che cingendo l'intero embrione si innalza più e più ed infine si salda al disopra di esso (figg. 134-137, *am*). Per seguitare il paragone sopra impiegato della fortezza, immaginatevi che il bastione circolare della fortezza diventi straordinariamente alto ed oltrepassi di molto la fortezza. I suoi margini si incurvano come le creste di una parete rocciosa strapiombante la quale voglia includere la fortezza; essi formano una profonda caverna ed infine si saldano superiormente insieme. In ultimo la fortezza giace interamente all'interno della caverna che è nata dal saldarsi dei margini di questo potente baluardo (cfr. figg. 138-142 e tav. V, fig. 14).

Con questo sollevarsi in giro a mo' di pieghe attorno al corpo dell'embrione per poi saldarsi al disopra di esso i due strati esterni dell'area germinativa formano in ultimo attorno ad esso uno spazioso invoglio in forma di sacco. Questo invoglio porta il nome di *amnio* (fig. 137, *am*). L'embrione nuota in un liquido acquoso che riempie la cavità fra l'embrione e l'amnio ed è chiamato *liquido amniotico* (figg. 136 e 137, *ah*) Più tardi ritorneremo sul significato di questa notevole formazione. Per ora essa non ha per noi alcun interesse perchè essa non ha alcuna diretta relazione col formarsi del corpo.

Fra le diverse appendici, di cui vedremo più tardi l'importanza, ricorderemo ancora, di passaggio, l'allantoide e il sacco vitellino. L'*allantoide* o sacco urinario (figg. 135

e 136, *a l*) è una vescica piriforme che sporge dalla parte postrema del canal digerente; la sua più interna parte si trasforma più tardi nella vescica urinaria; la sua parte più esterna forma insieme coi suoi vasi il fondamento della placenta. Davanti all'allantoide sporge fuori dall'aperto ventre dell'embrione il *sacco vitellino* o *vescica ombilicale* (*ds*), residuo della primitiva gastrocisti (fig. 133, *kh*). In embrioni più sviluppati, nei quali la parete intestinale e la parete addominale sono prossime a chiudersi essa pende fuori come una piccola vescica pedunculata dall'apertura ombilicale (figg. 136 e 137, *d s*). La sua parete risulta di due strati: internamente dal foglietto glandulo-intestinale, esternamente dal foglietto fibroso-intestinale. Essa è dunque un'appendice vescicolare del vero tubo digerente, una « *ghiandola intestinale* » embrionale. Quanto più grande diventa l'embrione, tanto più piccolo diventa questo sacco vitellino o *lecitoma*. In principio l'embrione non appare che come una piccola appendice della grande gastrocisti. Più tardi invece il sacco vitellino o resto della gastrocisti non appare più che come una piccola appendice marsupiiforme dell'embrione (fig. 100). Esso perde alfine ogni importanza. L'amplissima apertura per la quale in principio la cavità intestinale comunica colla vescica ombilicale diventa in seguito sempre più stretta ed in ultimo scompare affatto. L'*ombilico*, la piccola infossatura che nell'uomo sviluppato si trova nel mezzo della parete addominale, è quel sito nel quale in origine il residuo della gastrocisti, la vescica ombilicale, entrava nella cavità addominale e si riuniva all'intestino in via di formazione (cfr. figg. 14 e 15 della tav. V).

Il formarsi dell'ombilico coincide colla completa chiusura della parete ventrale esterna. La parete ventrale degli amnioti nasce in modo simile alla parete dorsale. Entrambe sono essenzialmente formate dal foglietto fibro-cutaneo e rivestite esternamente dalla lamina cornea, dalla parte periferica del foglietto cutaneo-sensitivo. Entrambe sono prodotte da ciò che i quattro piatti foglietti germinativi dello scudo embrionale col ripiegarsi in opposte direzioni si trasformano in un doppio tubo: superiormente, sul dorso, nel canale vertebrale che include il tubo midollare, inferiormente, al ventre dell'embrione, nella parete della cavità celomica la quale contiene il canale digerente (fig. 132).

Esamineremo dapprima la formazione della *parete dorsale* e poi quella della parete ventrale (figg. 138-142). Nel mezzo della superficie dorsale dell'embrione giace in origine, come sapete, e immediatamente sotto alla lamina cornea (*h*) il tubo midollare (*mr*) che si è staccato dalla sua parte mediana. Più tardi però le lamine protovertebrali (*uw*) si avanzano crescendo a destra ed a sinistra fra queste due parti primitivamente connesse (figg. 140 e 141). I margini superiori interni delle due lamine protovertebrali si insinuano tra la lamina cornea ed il tubo midollare allontanando l'una dall'altro ed infine si saldano tra mezzo ad essi in una sutura che corrisponde alla linea mediana del dorso. La fusione di queste « lamine dorsali » pari ed il saldarsi che fa sulla linea mediana la parete dorsale avviene interamente come pel tubo midollare che oramai viene incluso da questo tubo vertebrale. Così nasce la *parete dorsale* e così il tubo midollare viene a giacere affatto internamente. Così pure la massa protovertebrale cresce più tardi in giro attorno alla corda dorsale e forma già la colonna vertebrale. Qui il margine inferiore interno delle lamine protovertebrali si scinde da ambo i lati in due lamelle, delle quali la superiore si insinua fra la corda dorsale ed il tubo midollare; l'inferiore invece fra la corda ed il tubo intestinale. Ora le due lamelle venendo da ambo i lati ad incontrarsi sopra e sotto alla corda includono completamente quest'ultima e formano così l'esterno,



Fig. 138.

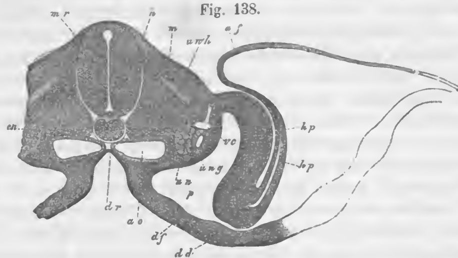


Fig. 139.

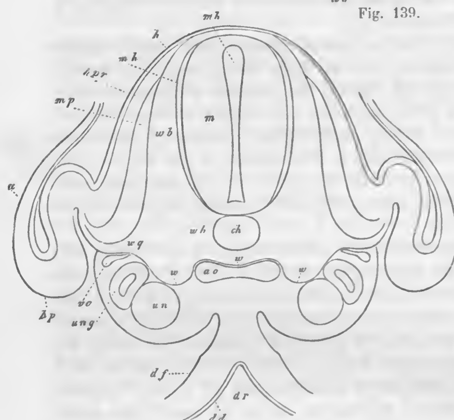


Fig. 140.

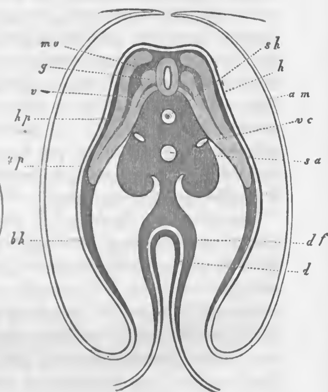


Fig. 141.

Sezioni trasverse di embrioni (di pulcini).

Fig. 138 al secondo giorno d'incubazione; fig. 139 al terzo; fig. 140 al quarto e fig. 141 al quinto.
Figg. 138-140 da Kölliker, ingr. circa 100 volte; fig. 141 da Remak, ingr. circa 20 volte.

h) Lamina cornea; *mr*) Tubo midollare; *ung*) Condotto nefridiale; *nn*) Vescicole nefridiali; *hp*) Foglietto fibroso-cutaneo; *m* = *mu* = *mp*) Lamina muscolare; *uw*) Lamina protovertebrale (*wh*, abbozzo membranoso del corpo della vertebra; *wb*, dell'arco della vertebra; *wq*, della costola o del processo trasverso); *uwh*) Cavità protovertebrale; *ch*) Corda dorsale; *sh*) Guaina della corda; *bh*) Parete ventrale; *g*) Radice posteriore dei nervi rachidei: *v*) Radice anteriore; *a* = *af* = *am*) Ripiegatura amniotica; *p*) Cavità del corpo o celoma; *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *ao*) Aorta primitiva; *sa*) Aorta secondaria; *vc*) Vene cardinali; *d* = *dd*) Foglietto glandulo-intestinale; *dr*) Gronda intestinale. Nella fig. 138 è omessa la massima parte della metà destra; nella fig. 139 la massima parte della metà sinistra della sezione trasversale. Del sacco vitellino o resto della gastrocisti non è disegnato inferiormente che un piccolo lembo di parete (cfr. le sezioni, tav. IV, figg. 3-8).

tubulare, *astuccio della corda*, lo strato scheletrogeno, dal quale si svolge la colonna vertebrale (*Perichorda*, fig. 132 C, *s*; figg. 140, *wh*, 141) (cfr. figg. 3-8 della tav. IV e le conferenze seguenti).

Processi affatto simili a quelli che troviamo qui al dorso, nella formazione della parete dorsale, si incontrano inferiormente, al ventre, nella formazione della *parete ventrale* (fig. 132, *b*; fig. 139, *hp*; fig. 141, *bh*). Quest'ultima nel piatto scudo embrionale degli amnioti si svolge dalla lamella superiore della « zona parietale » o dalla « lamella parietale delle lamine laterali » la quale è ricoperta dalla lamina cornea. Le lamine parietali destra e sinistra si incurvano inferiormente l'una verso l'altra e si saldano in giro attorno all'intestino nella stessa guisa in cui si chiuse l'intestino stesso. La parte esterna delle lamine laterali forma la parete ventrale o parete inferiore del corpo pel fatto che al lato interno delle già citate ripiegature amniotiche le due lamine laterali si incurvano più fortemente e crescono l'una verso l'altra da destra a sinistra. Mentre il canal digerente si chiude, in pari tempo avviene pure da tutti i lati la chiusura della parete del corpo. Pertanto la parete del corpo che chiude inferiormente tutta la cavità celomica risulta nuovamente da due metà, dalle due lamine laterali incurvate l'una verso l'altra. Queste procedendo da tutte le parti si saldano insieme e finalmente si riuniscono al centro nell'ombilico. Noi dobbiamo dunque propriamente distinguere un doppio *ombilico*, uno interno ed uno esterno. L'interno od *ombilico intestinale* è il sito di chiusura definitiva della parete intestinale, per cui è tolta l'aperta comunicazione fra la cavità intestinale e la cavità del sacco vitellino (fig. 100). L'esterno od *ombilico cutaneo* è il sito di chiusura definitiva della parete addominale che anche nell'uomo adulto è visibile esternamente in forma di fossetta. Da ciascuna parte pigliano parte al saldamento due foglietti germinativi secondarii; per la parete intestinale, il foglietto glandulo-intestinale ed il foglietto fibroso-intestinale; per la parete ventrale il foglietto fibroso-cutaneo ed il foglietto cutaneo-sensorio.

Colla formazione dell'ombilico intestinale e colla chiusura del tubo intestinale è connessa la formazione di due cavità, le quali noi chiamiamo *cavità dell'intestino cefalico* e *cavità dell'intestino pelvico*. Siccome lo scudo embrionale dapprima giace depresso nella parete della gastrocisti e solo poco alla volta si libera da quest'ultima, si fanno dapprima indipendenti le sue estremità anteriore e posteriore; invece la parte mediana della superficie ventrale rimane connessa col sacco vitellino per mezzo del dotto vitellino o canale ombelicale (fig. 142, *m*). Per tal modo la superficie dorsale del corpo risalta fortemente convessa; invece l'estremità cefalica si piega in giù verso il torace e così pure si piega posteriormente l'estremità caudale verso l'addome. Ciò vediamo chiarissimamente nell'ottima ed antica figura schematica 142 tolta dal Baer, che è una sezione longitudinale mediana attraverso all'embrione di pulcino, nella quale l'episoma, o regione dorsale, è segnato in nero. L'embrione tende uniformemente ad arrotolarsi come un riccio che si arrotoli a palla per difendersi dai suoi persecutori. Questa forte incurvatura dorsale è determinata dal più rapido accrescimento della faccia dorsale ed è direttamente connesso collo staccarsi dell'embrione dal sacco vitellino (fig. 142). Nel capo non interviene affatto una divisione del foglietto cutaneo-fibroso dal foglietto fibroso intestinale quale si presenta nel tronco, piuttosto entrambi rimangono riuniti a formare le cosidette *lamine cefaliche*. Ora pel fatto che queste lamine cefaliche molto per tempo si liberano interamente dalla superficie dell'area germinativa, e crescono dapprima in basso verso la superficie della

gastrocisti, poi all'indietro verso il sito dove essa trapassa nel solco intestinale, nasce internamente nella parte cefalica una piccola cavità che rappresenta la parte anteriore, chiusa a fondo cieco, dell'intestino. Questa è la piccola *cavità intestinale cefalica* (fig. 143, a sinistra di *d*), il suo sbocco nell'intestino medio si chiama « porta intestinale anteriore » (fig. 143, vicino a *d*). Essa corrisponde all'intestino branchiale dell'Amphioxus, nel quale essa occupa press'a poco la prima metà del corpo. In simil guisa l'estremità caudale si incurva in avanti verso il lato ventrale; la parete intestinale allora include interamente anch'essa una piccola cavità la cui estremità posteriore è a fondo cieco, la *cavità intestinale pelvica.* Il suo sbocco nell'intestino medio si chiama « porta intestinale posteriore ».

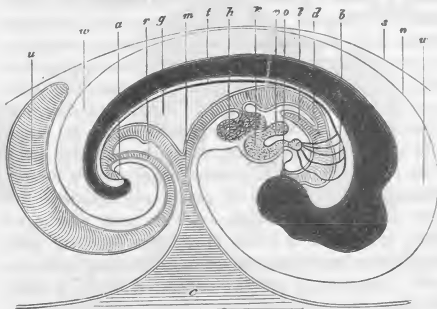


Fig. 142. — Sezione longitudinale mediana dell'embrione di un pulcino (al quinto giorno d'incubazione), visto dal fianco sinistro.

Il capo a destra, la coda a sinistra. Episoma nero con linea dorsale convessa. *d*) Intestino; *o*) Bocca; *a*) Ano; *l*) Polmone; *h*) Fegato; *g*) Mesenterio; *v*) Atrio del cuore; *k*) Ventricolo del cuore; *b*) Arco arterioso; *t*) Aorta; *c*) Sacco vitellino; *m*) Condotto vitellino; *u*) Allantoide; *r*) Peduncolo dell'allantoide; *n*) Amnio; *w*) Cavità amniotica (amniocelo); *s*) Membrana serosa. Da Baer.

In seguito a questi processi l'embrione acquista una figura che viene paragonata ad uno zoccolo od ancora meglio ad una barchetta rovesciata. Immaginatevi un canotto od una barchetta i cui due capi siano arrotondati e provvisti anteriormente e posteriormente di un piccolo ponte; se ora voi rovesciate questa barchetta di modo che la convessa carena stia al di sopra allora voi ottenete una immagine chiara di questa « forma a barchetta » presentata dall'embrione (figura 142). La convessa carena rivolta all'insù corrisponde alla linea mediana del dorso; la piccola camera sotto il ponte anteriore raffigura la cavità dell'intestino cefalico, la piccola camera sotto il ponte posteriore sarebbe la cavità dell'intestino pelvico (cfr. fig. 135).

Ora con queste due estremità libere l'embrione si imprime in certo qual modo nella faccia esterna della gastrocisti mentre colla parte mediana si solleva da essa. Così nasce che in seguito la vescica vitellina non appare più che come un'appendice a mo' di borsa che pende fuori dalla parte mediana del corpo. Quest' appendice, che diventa poi sempre più piccola, si chiama più tardi *vescica ombilicale* (confr. figure 136, 137, *ds;* figura 141, e tavola V, figura 14). La cavità di questo sacco vitellino, cioè la cavità della vescica ombilicale, comunica colla nascente cavità intestinale per una larga apertura la quale più tardi si trasforma in uno stretto e lungo canale, nel *condotto vitellino* (*ductus vitellinus,* figura 142, *m*). Se noi dunque ci immaginiamo collocati nell'interno del sacco vitellino, noi possiamo di là, per mezzo del condotto vitellino, riuscire direttamente nella parte media, ancora largamente aperta, del canal digerente. Se da questa noi ci inoltriamo in avanti nella parte cefalica dell'embrione, allora noi giungiamo nella cavità dell'intestino cefalico la cui estremità

anteriore è a fondo cieco. Se viceversa dal mezzo dell'intestino noi andiamo all'indietro, nella parte caudale dell'embrione, allora noi perveniamo nella cavità dell'intestino pelvico la cui estremità posteriore è parimente a fondo cieco. Ora dunque il primo abbozzo del tubo intestinale risulta propriamente di tre diverse sezioni: 1) la *cavità dell'intestino cefalico* la quale (per mezzo della porta intestinale interiore) si apre nell'intestino medio; 2) la *cavità dell'intestino medio* che inferiormente si apre (per mezzo del condotto vitellino) nel sacco vitellino; 3) la *cavità dell'intestino pelvico* che anteriormente (per la porta intestinale posteriore) si apre nell'intestino medio.

Voi ora vi domanderete: « Dove sono l'apertura boccale e l'apertura anale? ». Al principio queste non esistono affatto. Tutta la primitiva cavità intestinale è interamente chiusa e solo nel mezzo è connessa per mezzo del condotto vitellino colla cavità parimente chiusa della gastrocisti (fig. 135). I due futuri orifizi del canale intestinale, l'orifizio anale tanto come l'orifizio boccale, non si formano che secondariamente, dall'esterno, e cioè partendo dall'esterno integumento. Nasce cioè dall'esterno nella lamina cornea, nel sito dove più tardi giace la bocca, un affondamento a mo' di fossa, il quale diventa sempre più profondo e cresce andando incontro all'estremità anteriore a fondo cieco della cavità intestinale cefalica: quest'è la *fossa boccale.* Nello stesso modo posteriormente, nella cute esterna, nel sito dove più tardi si trova l'ano, nasce un affondamento a mo' di fossa, il quale diventa più e più profondo e si avanza verso l'estremità posteriore a fondo cieco della cavità intestinale pelvica: quest'è la *fossa anale.* In ultimo queste fosse toccano colle loro parti più interne, più profonde, le due estremità cieche del primitivo canale intestinale cosicchè esse non ne sono più separate che da una sottile parete membranacea. Infine questa pellicola viene traforata ed oramai il tubo intestinale si apre all'esterno anteriormente per mezzo dell'apertura boccale e posteriormente per l'apertura anale (figg. 136, 142). In principio dunque, se noi entriamo dall'esterno in quelle fosse, noi troviamo veramente davanti a noi un tramezzo che le separa dalla cavità del tubo intestinale e solo più tardi esso scompare. L'apertura boccale e l'apertura anale in tutti i vertebrati non si formano che secondariamente.

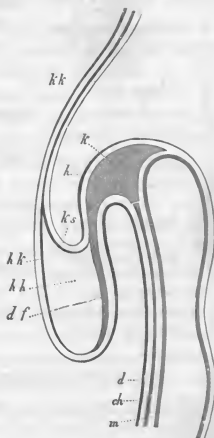


Fig. 143. — Sezione longitudinale della metà anteriore di un embrione di pulcino al fine del 1° giorno d'incubazione (veduto dal fianco sinistro).

k) Lamine cefaliche; *ch*) Corda dorsale. Sopra di essa sta l'estremità a fondo cieco del tubo midollare (*m*); sotto ad essa la cavità dell'intestino cefalico, l'estremità a fondo cieco del tubo intestinale; *d*) Foglietto glandulo-intestinale; *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *h*) Lamina cornea; *h h*) Cavità cardiaca; *h k*) Cappa cardiaca; *h s*) Guainacefalica; *k k*) Cappa cefalica. Da Remak.

Il resto della gastrocisti che noi abbiamo designato col nome di vescica ombelicale o sacco vitellino collo svilupparsi dell'intestino diventa sempre più piccolo ed in ultimo non pende più fuori dal mezzo del canale digerente che in forma di una borsetta con molle peduncolo (figura 137, *ds*). Questo dotto vitellino non ha alcuna importanza durevole e più tardi si riduce e si consuma come il sacco vitellino. Il suo contenuto viene ricevuto dall' intestino mentre il condotto stesso si oblitera. Il sito dove esso si inserisce all'intestino è l'« *ombilico intestinale* ». A questo punto

DODICESIMA TABELLA

Specchio della divisione del corpo del vertebrato in episoma ed iposoma, regione cefalica e regione del tronco.

Corpo dorsale e corpo ventrale (*Episoma et hyposoma*)	Capo e tronco (*Caput et truncus*)	Acranii (*Acrania*)	Cranioti (*Craniota*)
I. **Corpo dorsale** *Episoma* (= Scudo dorsale o *Notaspis* nell'embrione degli amnioti) — « **Zona rachidea** » (= Lamine protovertebrali) (Emisfero animale della anfigastrula, figg. 41-48, pp. 136-138) Territorio neurale	I A. **Regione cefalica del corpo dorsale** (*Episoma capitale*)	*a*) Semplice vescica cerebrale primitiva. *b*) Tre paia di organi di senso semplici. *c*) Nessun cranio primitivo.	*a*) Cervello (con cinque ampolle cerebrali). *b*) Tre paia di organi di senso complicati. *c*) Cranio primitivo cartilagineo.
	I B. **Regione troncale del corpo dorsale** (*Episoma truncale*)	*a*) Midollo spinale. *b*) Semplice pericorda inarticolata. *c*) Muscoli dorsali del tronco con miocelo.	*a*) Midollo spinale. *b*) Colonna vertebrale segmentale. *c*) Muscoli dorsali e ventrali del tronco, senza miocelo.
Setto frontale orizzontale fra episoma ed iposoma, corda endoblastica assile, pronefridii ectoblastici laterali.			
II. **Corpo ventrale** *Hyposoma* (= Lamine laterali e sacco vitellino coll'allantoide nello embrione dei cranioti) — « **Zona parietale** » (= Lamine laterali) (Emisfero vegetale della anfigastrula, figg. 41-48, pp. 136-138) Territorio gastrale	II A. **Regione cefalica del corpo ventrale** (*Hyposoma capitale*)	*a*) Parete cefalica permanentèmente con numerose fessure branchiali. *b*) Pronefridii segmentali. *c*) Cavità boccale. Intestino branchiale e gronda ipobranchiale. Nè vescica natatoria nè polmoni. — Cuore uniloculare	*a*) Parete cefalica embrionalmente con cinque a sette paia di fessure branchiali. *b*) Reni cefalici (*pronephros*). *c*) Cavità boccale. Faringe (fauci) e tiroide. Vescica natatoria o polmoni. — Cuore pluriloculare
	II B. **Regione troncale del corpo ventrale** (*Hyposoma truncale*)	*a*) Parete ventrale. (Lamine ventrali). (Foglio parietale dell'iposomita). *b*) Molti pronefridii segmentali. *c*) Molte gonadi segmentali. *d*) Stomaco. Tubo epatico semplice. Intestino tenue. Ano.	*a*) Parete ventrale. (Lamine ventrali). (Foglio parietale delle lamine laterali). *b*) Un paio di reni compatti. *c*) Un paio di gonadi. *d*) Stomaco. Fegato compatto. Pancreas. Intestino tenue. Intestino crasso. Ano.

si compie al fine la chiusura totale dell'intestino (confrontare la XV conferenza e la tav. V, figg. 14, 15).

Mentre si compiono questi importanti processi i quali conducono alla formazione della parete intestinale e della parete ventrale, appaiono ancora nello scudo embrionale degli amnioti alcuni altri notevoli cambiamenti. Questi riguardano sopratutto i canali dei reni primitivi ed i primi vasi sanguigni. I canali dei reni primitivi o *canali pronefridiali*, i quali in principio giacciono affatto superficialmente sotto la lamina cornea od epidermide (fig. 136, *ung*), in seguito a speciali modalità di accrescimento presto si addentrano molto più profondamente (figg. 138-140, *ung*). La via che essi prendono allora corrisponde al limite tra la regione dorsale (*episoma*) e la regione ventrale (*hyposoma*) (cfr. fig. 99). Mentre essi dunque penetrano tra la zona rachidea e la zona parietale dello scudo embrionale degli amnioti essi si allontanano sempre più dal loro giacimento primitivo, dalla lamina cornea, e si avvicinano al foglietto glandulo-intestinale. In ultimo essi giacciono profondamente all'interno, ai due lati del mesentere, al disotto della corda dorsale (fig. 140, *ung*). Nello stesso tempo anche le due aorte primitive mutano la loro posizione (cfr. figg. 131-140, *ao*); esse migrano verso l'interno portandosi sotto la corda e qui si fondono finalmente insieme per formare un'unica aorta secondaria la quale si trova sotto all'abbozzo della colonna vertebrale (fig. 140, *ao*). Anche le *vene cardinali*, i primi inizii di vasi sanguigni venosi, si ritirano molto più all'interno e più tardi giacciono direttamente sopra ai reni primitivi (fig. 140, *vc*). Nello stesso sito, e cioè al lato interno dei reni primitivi, si fa presto visibile il primo abbozzo degli *organi sessuali*. La parte più importante di quest'apparato (astrazione fatta delle sue appendici) è nella femmina l'*ovario*, nell'uomo il *testicolo*. Entrambi si svolgono da una piccola parte dell'epitelio celomico, cioè del rivestimento cellulare delle cavità del corpo, e precisamente là dove il foglietto fibroso-cutaneo e il foglietto fibroso-intestinale vengono a contatto. Solo secondariamente la ghiandola sessuale viene a connettersi coi cordoni pronefridiali che giacciono nella sua vicinanza immediata e che vengono con essa in importantissimo rapporto (cfr. la XXIX confer. e la tav. IV, figg. 4-8).

Indice alfabetico del significato delle lettere nelle Tav. IV e V.

NB. — L'esoderma (foglietto cutaneo-sensorio) è segnato in tinta *ranciata*, il mesoderma dorsale in *azzurro*, il mesoderma ventrale in *rosso* e l'entoderma (foglietto glandulo-intestinale) in *verde*.

a) Apertura anale.
ah) Cavità amniotica.
al) Allantoide (sacco urinario).
am) Amnio.
ao) Aorta.
au) Bocca primitiva (*prostoma*).
b) Muscoli ventrali.
bb) Sterno (*sternum*).
c) Cavità del corpo (*coeloma*).
c') Cavità toracica (*cavitas pleurae*).
c'') Cavità addominale (*cavitas peritonei*).
cg) Gonocelo (celoma ventrale).
ch) Corda dorsale (*chorda*).
cm) Miocelo (celoma dorsale).
cn) Canale neurenterico.
ct) Tasche celomiche.
cp) Cellule polari celomiche (cellule promesodermiche).
cx) Serocelo (celoma estrafetale).
d) Tubo digerente (*tractus*).
dc) Intestino crasso (*colon*).
dd) Intestino tenue (*ileum*).
df) Foglietto fibroso-intestinale.
ds) Sacco vitellino (vescica ombilicale).
du) Intestino primitivo (*progaster*).
e) Esoderma.
em) Embrione o germe.
f) Utero.
g) Ghiandole sessuali (gonadi).
gp) Lamina sessuale (epitelio germigeno).
h) Lamina cornea (*lamella cornualis*).

hb) Vescica urinaria.
hf) Foglietto fibroso-cutaneo.
hk) Ventricolo del cuore.
hl) Cuore sinistro (arterioso).
hr) Cuore destro (venoso).
hv) Orecchietta del cuore (*atrium*).
hz) Cuore.
i) Entoderma.
iv) Cistifelle (*vesica fellea*).
k) Ghiandole sessuali.
ks) Fessure branchiali (faringee).
l) Lamina dermica (*corium*).
lb) Fegato (*hepar*).
lr) Trachea.
lu) Polmone.
md) Ghiandola mammaria (*mamma*).
mg) Stomaco.
mh) Cavità boccale.
mp) Lamina muscolare.
n) Tubo nerveo (tubo midollare).
n_1) Cervello anteriore (emisferi).
n_2) Cervello intermedio (lobi ottici).
n_3) Cervello mediano (eminenze quadrigemine).
n_4) Cervello posteriore (cervelletto).
n_5) Cervello terminale (midollo allungato).
nc) Cervello.
nr) Midollo spinale.
o) Apertura boccale (*osculum*).
p) Pancreas.
q) Organi di senso.
r) Muscoli dorsali.
rp) Costole.
s) Cranio.
sb) Osso pubico.
sh) Faringe.
sk) Lamina scheletrica.
sr) Esofago.
t) Mesenterio.
u) Condotto dei reni primitivi (*nephroductus*).
us) Reni primitivi (*pronephridia*).
ur) Solco pronefridiale (*nephrosulcus*).
uw) Segmenti primitivi (protovertebre, somiti).
v) Vena primitiva (vena intestinale).
vc) Vene cardinali.
vg) Vagina.
w) Vertebra.
wb) Arco vertebrale.
wk) Corpo della vertebra.
x) Gambe (estremità).
z) Diaframma.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE IV e V.

Le due tavole IV e V sono destinate a spiegare in qual modo il corpo umano, parte filogeneticamente, parte ontogeneticamente, si svolga dai foglietti germinativi primarii; la tavola IV contiene *sezioni trasverse* schematiche (attraverso all'asse sagittale ed all'asse trasversale); la tavola V contiene solo *sezioni longitudinali* schematiche attraverso all'asse sagittale ed all'asse longitudinale, viste dal lato *sinistro*. Dappertutto i due foglietti germinativi primarii ed i loro prodotti sono designati dagli stessi colori, cioè: il foglietto *cutaneo-sensorio* dal *ranciato*, il foglietto *glandulo-intestinale* dal *verde*. Il *mesoderma* ed i suoi prodotti sono nell'*episoma* o regione dorsale *azzurri;* invece nell'*iposoma* o regione ventrale *verdi*. I caratteri hanno dappertutto lo stesso significato. In tutte le figure il *dorso* è in *alto*, il ventre in *basso*.

Tav. IV. — Sezioni trasversali schematiche di vertebrati.

Fig. 1. Sezione della gastrula di un provertebrato (*Amphioxus*, cfr. fig. 10, tav. V, sezione, e figg. 38 e 39, pagg. 121, 122). — Tutto il corpo è tubo intestinale (*d*), la sua parete risulta solo dai due foglietti germinativi primarii.

Fig. 2. Sezione della celomula d'un provertebrato (*Amphioxus*) al principio della celomazione. — La parete dorsale dell'intestino primitivo si differenzia nell'abbozzo della corda mediana (*ch*) e delle tasche celomiche pari (*ct*). Il tubo nerveo (*n*) comincia a liberarsi dalla lamina cornea (*e*).

Fig. 3. Sezione della cordula (figg. 80-83, pagg. 168, 169). — La corda assile (*ch*) giace fra il tubo nerveo dorsale (*n*) ed il tubo intestinale ventrale (*d*). La tasca celomica nella metà sinistra (più giovane) è ancora semplice (*ct*); nella metà destra (più vecchia) essa è divisa mediante il solco laterale in una tasca muscolare dorsale (miocelo, *cm*) ed una tasca sessuale ventrale (gonocelo, *cg*); *mp*) Lamina muscolare; *gp*) Lamina sessuale; *l*) Lamina dermica; *h*) Lamina cornea (epidermide).

Fig. 4. Sezione di un provertebrato ideale (*Prospondylus* o *Vertebraea*, pag. 189). — La tasca celomica nella metà sinistra (più giovane) è ancora semplice e si apre all'esterno per un pronefridio (*us*) nel solco nefridiale laterale (*ur*); nella metà destra (più adulta) la sua parte dorsale è, come tasca muscolare (*cm*), distinta dalla parte ventrale o tasca sessuale (*cg*); quest'ultima sbocca per mezzo di un pronefridio (*us*) nel condotto nefridiale (*u*) che si è fatto libero dalla lamina cornea (*h*). Il celoma destro ed il sinistro sono ancora separati. Nella parete fibrosa intestinale si

mostrano i primi vasi sanguigni, superiormente l'arteria primitiva (aorta, *a o*), inferiormente la vena primitiva (vena principale o subintestinale, *v*); *ch*) Corda; *n*) Tubo midollare; *d*) Tubo intestinale; *gp*) Lamina sessuale; *mp*) Lamina muscolare; *l*) Lamina dermica; *h*) Lamina cornea.

Fig. 5. Sezione di un embrione di selace o pesce primitivo. — La costituzione è press'a poco la stessa come nella precedente sezione trasversa del provertebrato (fig. 4); senonchè inferiormente le tasche celomiche destra e sinistra si son già fuse insieme. Da ciò è nata una cavità celomica semplice (metacelo o cavità pleuroperitoneale). Inoltre la lamina scheletrica (nata dalla parte mediale delle tasche celomiche dorsali) è più sviluppata e forma « metà protovertebrali » indipendenti (*wk*). Come nella fig. 4, così anche nella fig. 5 si è ammesso in via d'ipotesi che il celoma originariamente si apra all'esterno (a sinistra) per mezzo di canaletti segmentali (pronefridii), mentre più tardi (a destra) la tasca celomica dorsale e la ventrale si separano interamente.

Fig. 6. Sezione del disco germinativo di un amnioto (o vertebrato superiore) coll'abbozzo degli organi più antichi (cfr. la sezione trasversa dell'embrione di pulcino al secondo giorno d'incubazione, fig. 131, pag. 223). — Il tubo midollare (*n*) ed i condotti nefridiali (*u*) sono separati dalla lamina cornea (*h*). Dai due lati della corda (*ch*) le protovertebre (*uw*) ed i foglietti laterali si sono differenziati. Fra il foglietto fibroso-cutaneo (*hf*) ed il foglietto fibroso-intestinale (*df*) è visibile il primo accenno della cavità del corpo o celoma (*cg*); di sotto le due aorte primitive (*a o*).

Fig. 7. Sezione del disco germinativo dello stesso amnioto a sviluppo alquanto più inoltrato che nella fig. 3 (cfr. la sezione dell'embrione di pulcino al terzo giorno d'incubazione, fig. 138, pag. 228). — Il tubo midollare (*n*) e la corda (*ch*) cominciano già ad essere inclusi dalle protovertebre (*uw*). I condotti nefridiali (*u*) sono già completamente separati dalla lamina cornea (*h*) per mezzo della lamina dermica (*l*); *c*) Cavità del corpo; *a o*) Aorte. Il foglietto cutaneo si solleva in giro attorno all'embrione come piega amniotica (*am*); così nasce una cavità fra la ripiegatura amniotica e la parete del sacco vitellino (*ds*), il pericelo (seroceloma) o celoma estrafetale (*cx*).

Fig. 8. Sezione attraverso alla regione pelvica e le estremità posteriori dell'embrione di un amnioto (o vertebrato superiore) (cfr. la sezione di un embrione di pulcino al quinto giorno d'incubazione, fig. 168). — Il tubo midollare (*n*) è già interamente incluso dalle due metà dell'arco vertebrale (*wb*), così pure la corda ed il suo invoglio dalle due metà del corpo della vertebra (*wk*). La lamina dermica (*l*) si è interamente distinta dalla lamina muscolare (*mp*). La lamina cornea (*h*) è alla punta delle zampe posteriori (*x*) fortemente inspessita. Le listerelle sessuali (*g*) si avanzano notevolmente nella cavità del corpo (*c*) e stanno affatto vicine al condotto nefridiale (*u*). Il tubo intestinale (*d*) è fissato per mezzo di un mesenterio (*t*) alla parete dorsale della parete del corpo al disotto dell'aorta principale (*t*) e delle due vene cardinali (*n*). Inferiormente nella parete ventrale si vede in mezzo il peduncolo dell'allantoide (*al*).

Fig. 9. Sezione della gabbia toracica dell'uomo (schematica). — Il tubo midollare (*n*) è avvolto annularmente dalla vertebra sviluppata (*w*). Dalla vertebra parte a destra e a sinistra una costola arcuata (*rp*) che sostiene la parete toracica. Inferiormente, sulla superficie ventrale sta fra la costa destra e la sinistra lo sterno (*bb*). Esternamente, sopra le costole (ed i muscoli intercostali), sta l'esterna cute formata dalla lamina dermica (*l*) e dalla lamina cornea (*h*). La cavità toracica (o parte anteriore del celoma *c*), è in massima parte occupata dai due polmoni (*lu*) in cui si diramano, a mo' di albero, i rami bronchiali. Questi sboccano tutti insieme nella trachea (*lr*) impari, la quale più in alto, nel collo, sbocca nella faringe (*sr*). Fra il tubo intestinale e la colonna vertebrale giace l'aorta (*t*). Fra la trachea e lo sterno giace il cuore diviso per un tramezzo in due metà. Il cuore sinistro (*hl*) contiene solo sangue arterioso, il destro (*hr*) solo sangue venoso. Ciascuna metà del cuore è separata per un tramezzo a valvola in un atrio ed un ventricolo. Il cuore è qui rappresentato schematicamente nella (filogenetica) primitiva posizione simmetrica (nel mezzo del lato ventrale). Nell'uomo e nelle scimmie allo stato sviluppato il cuore giace disimmetrico ed obliquo colla punta a sinistra.

Tav. V. — Sezioni longitudinali schematiche di vertebrati.

(Tutte le sezioni longitudinali della tav. V sono viste dal lato sinistro).

Fig. 10. Sezione longitudinale della gastrula di un provertebrato (*Amphioxus*, cfr. fig. 1, tav. IV, sezione traversa, e figg. 38 e 39, pagg. 121, 122). — La cavità progastrica (*d*) si apre posteriormente per il prostoma (*au*). Il corpo risulta unicamente dai due foglietti germinativi primarii. Al margine ventrale del prostoma è visibile una delle due grandi cellule polari del mesoderma (cellule polari celomiche, *cp*).

Fig. 11. Sezione longitudinale della cordula (figg. 80-83, pagg. 168, 169). — Il tubo midollare dorsale (*n*) è collegato posteriormente col tubo intestinale (*du*) per mezzo del canale neurenterico (*cn*); fra i due giace la corda assile (*ch*).

Fig. 12. Veduta laterale di un provertebrato (*Prospondylus*, figg. 95-99, pag. 189), dal lato sinistro. — La corda assile (*ch*) separa l'episoma dall'iposoma. Nella regione cefalica si vede di sopra il cervello (*nc*), di sotto l'intestino branchiale (*ks*) con otto paia di fessure branchiali; nella sezione del tronco sta superiormente il midollo spinale (*nr*) e le lamine muscolari (*mp*), inferiormente le gonadi segmentali (*g*). *a*) Ano; *o*) Bocca; *mh*) Cavità boccale; *q*) Organi di senso; *hz*) Cuore.

Fig. 13. Sezione longitudinale di un pesce primitivo (*Proselachius*), prossimo parente dei moderni selaci ed ipotetico antenato dell'uomo (le pinne sono tralasciate). — Il tubo midollare si è differenziato nelle cinque ampolle cerebrali primitive (n_1-n_5) e nel midollo spinale (*nr*) (cfr. figg. 15 e 16). Il cervello è incluso nel cranio (*s*), il midollo spinale nel canale vertebrale (al disopra del midollo spinale sono gli archi vertebrali, *wb*; sotto di esso il corpo della vertebra *wk*; sotto a quest'ultima è accennata l'origine delle coste). Anteriormente dalla lamina cornea si è sviluppato un organo di senso (*q*). Il tubo intestinale (*d*) si è differenziato nelle seguenti parti: cavità boccale (*mh*), cavità faringea con sei paia di fessure branchiali (*ks*), vescica natatoria (= polmoni, *lu*), esofago (*sr*), stomaco (*mg*), fegato (*lb*) colla cistifelle (*iv*), intestino tenue (*dd*) ed intestino retto coll'apertura anale (*a*). Sotto all'intestino retto giace la ghiandola sessuale (*g*), più sopra i reni primitivi (*un*). Sotto alla cavità faringea giace il cuore con atrio (*hv*) e ventricolo (*hk*).

Fig. 14. Sezione longitudinale dell'embrione di un amnioto (o vertebrato superiore), per mostrare la relazione fra il canale digerente e le sue appendici. — In mezzo vien fuori dal canale digerente il sacco vitellino (*ds*) (o vescica ombelicale) col suo lungo peduncolo; così pure all'indietro pende fuori dal canal digerente per mezzo di un lungo peduncolo l'allantoide (*al*). Sotto all'intestino anteriore sta il cuore (*hz*). *ah*) Cavità amniotica. La parte ventrale dell'amnio (*ah*) avvolge come una guaina il peduncolo del lecitoma e dell'allantoide (cordone ombelicale).

Fig. 15. Sezione longitudinale di un embrione umano di cinque settimane (cfr. fig. 14). — L'amnio e la placenta insieme coll'*urachus* sono omessi. Il canale midollare si è differenziato nelle cinque ampolle cerebrali primitive (n_1-n_5) e nel midollo spinale (*ur*) (cfr. figg. 13 e 16). Il cervello è circondato dal cranio (*s*); sotto al midollo spinale sta la serie dei corpi vertebrali (*wk*). Il canale digerente si è differenziato nelle seguenti sezioni: cavità faringea con tre paia di fessure branchiali (*ks*), polmoni (*lu*), esofago (*sr*), stomaco (*mg*), fegato (*lb*), intestino tenue (*dd*) in cui sbocca il sacco vitellino (*ds*), vescica urinaria (*hb*) ed intestino retto. *hz*) Cuore. È ancora ben visibile il residuo della coda.

Fig. 16. Sezione longitudinale di una donna adulta. — Tutte le parti sono compiutamente sviluppate; tuttavia per rappresentare chiaramente la loro posizione relativa e la loro relazione coi quattro foglietti germinativi secondarii, esse sono schematicamente ridotte e semplificate. Nel cervello si sono differenziate e trasformate, nel modo che è caratteristico solo pei mammiferi superiori, le cinque primitive ampolle cerebrali (fig. 15, n_1-n_5): n_1) Cervello anteriore o emisferi (che sorpassa e ricopre tutte quattro le altre ampolle cerebrali); n_2) Cervello intermedio o lobi ottici; n_3) Cervello mediano o eminenze quadrigemine; n_4) Cervello posteriore o cervelletto; n_5) Cervello terminale o midollo allungato che fa passaggio al midollo spinale (*nr*). Il cervello è rinchiuso nel cranio (*s*), il midollo spinale nel canale vertebrale; sopra il midollo spinale sono gli archi delle vertebre ed i processi spinosi (*wb*), sotto ad esso i corpi delle vertebre (*wk*). Il canal digerente si è differenziato nelle seguenti parti consecutive: cavità boccale, cavità faringea (nella quale si trovano prima le fessure branchiali, *ks*), trachea (*lr*) coi polmoni (*lu*), esofago (*sr*), stomaco (*mg*), fegato (*lb*) con cistifelle (*iv*), pancreas (*p*), intestino tenue (*dd*), e crasso (*dc*), intestino retto coll'ano (*a*). La cavità del corpo o celoma (*c*) è distinta per mezzo del diaframma (*z*) in due cavità separate, nella cavità toracica (*c*), nella quale giace davanti ai polmoni il cuore (*hz*), e nella cavità addominale in cui giace la massima parte delle viscere. Davanti al retto sta la vagina femminea (*vg*), la quale conduce nell'utero (*f*); in questo si sviluppa l'embrione qui indicato da una piccola blastocisti (*em*). Fra l'utero ed il pube (*sb*) giace la vescica orinaria (*hb*), residuo del peduncolo dell'allantoide. La lamina cornea (*h*) riveste, quale epidermide, l'intero corpo e tappezza anche la cavità boccale, la cavità anale e la cavità della vagina e dell'utero. Così pure la ghiandola mammaria (mamma, *md*) è formata in origine dalla lamina cornea.

QUATTORDICESIMA CONFERENZA

La segmentazione della persona.

« Caratteristico per il complesso dell'organizzazione dei vertebrati è l'apparire di uno scheletro interno in determinati rapporti di posizione cogli altri sistemi di organi, come pure la *segmentazione* o il dividersi del corpo in sezioni equipollenti. Questa *metameria* si manifesta più o meno chiaramente nel più degli organi ed estendendosi allo scheletro assile, anche questo si divide poco alla volta in tante sezioni che sono le *vertebre*. Queste però non si devono considerare che come un'espressione parziale della segmentazione complessiva di tutto il corpo, la quale ultima è più importante, inquantochè essa appare prima di manifestarsi nello scheletro assile originariamente inarticolato. Essa può dunque venir considerata come primitiva, come *formazione di proto-vertebre*, alla quale si rannoda come vertebrazione secondaria la segmentazione dello scheletro assile ».

Carl Gegenbaur (1870).

Vertebrati ed articolati.
Metameri e somiti. — Segmenti cefalici e segmenti del tronco.
Segmentazione degli acranii e dei cranioti. — Episomiti (miotomo e sclerotomo).
Iposomiti (nefrotomo e gonotomo).
Segmentazione primitiva della cavità del corpo.

Contenuto della quattordicesima Conferenza.

Metameria o segmentazione del corpo degli animali superiori; divisione in una catena di segmenti o metameri. — Interna segmentazione dei vertebrati e segmentazione esterna degli artropodi simili, ma fondamentalmente diverse. — Principio della segmentazione degli amnioti nel mezzo dello scudo embrionale. — Accrescimento dei somiti o segmenti primitivi dall'avanti all'indietro. — Loro numero nell'uomo. — Segmenti cefalici e segmenti del tronco. — Metameria dell'*Amphioxus*. — Separazione dei somiti o dei singoli segmenti primitivi dall'estremità anteriore delle tasche celomiche. — Divisione di ciascun segmento primitivo in una metà dorsale (miotomo) ed una metà ventrale (gonotomo). — Segmentazione dei cranioti: lamine protovertebrali segmentali e lamine laterali inarticolate. — Differenziamento della metameria nei pesci, anfibii ed amnioti. — Segmentazione dell'episoma e dell'iposoma. — Metameria originaria delle gonadi e dei nefridii. — Metameria dell'intestino cefalico: fessure branchiali ed archi branchiali. — Metameria primaria e secondaria. — Organi monomerici: cuore, polmoni, fegato, organi dei sensi, estremità. — Rassomiglianza fra gli embrioni dei vertebrati.

Bibliografia.

JOHANNES MÜLLER, *Vergleichende Anatomie der Myxinoiden*, 1835-1845.

CARL GEGENBAUR, *Grundzüge der vergleichenden Anatomie*, 1858 (2ª ediz., 1870).

ERNST HAECKEL, *Allgemeine Structurlehre oder Individualitätslehre*, 1866 (III libro della *Generelle Morphologie*).

CARL GEGENBAUR, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1872 (III. *Das Kopfskelet der Selachier, ein Beitrag zur Erkenntniss der Genese des Kopfskeletes der Wirbelthiere*).

ROBERT WIEDERSHEIM, *Grundriss der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1884 (3ª ediz., 1888).

CARL GEGENBAUR, *Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskeletes*, 1887 (*Morphol. Jahrbuch*, vol. XIII).

EDUARD MEYER, *Abstammung der Anneliden*, 1890 (*Biologischer Centralblatt*, X, 10).

XIV.

Signori!

Il tipo dei *vertebrati* dal quale si è svolto come più recente e perfetto frutto del processo naturale biogenetico il genere umano viene a ragione posto all'apice del regno animale. Questo privilegio gli è dovuto non solo perchè realmente l'uomo ha di gran lunga sorpassato tutti gli altri animali e si è innalzato a « signore della creazione », ma anche perchè l'organismo dei vertebrati per mole del corpo, per complicazione di struttura e perfezione di tutte le funzioni vitali sopravanza di molto tutti gli altri tipi animali. Tanto sotto il rapporto morfologico quanto sotto il rapporto fisiologico il *phylum* dei vertebrati domina dall'alto tutti gli altri, tutti gli « animali invertebrati ».

Un solo fra i dodici tipi del regno animale può in molti rapporti competere con quello dei vertebrati e raggiunge in molti punti un' importanza uguale od anche superiore, è il tipo degli *articolati* (*articulata*) costituito da tre classi principali o cladomi: I, *annelidi* o *annelida* (lombrichi, sanguisughe ed affini); II, *crostacei* o *crustacea* (crostacei ed aspidonii); III, *tracheati* o *tracheata* (peripatidi, millepiedi, ragni ed insetti). Il *phylum* degli articolati vince non solo i vertebrati, ma anche tutti gli altri tipi animali in molteplicità di forme, numero di specie, numero degli individui ed importanza generale nell'economia della natura.

Poichè dunque si considerano generalmente i vertebrati da un lato, gli articolati dall'altro come i più importanti e perfetti fra i dodici tipi del regno animale ci si presenta la questione se questa posizione privilegiata non abbia forse il suo fondamento in qualche speciale particolarità organica comune ad entrambi. Si risponde che una tale particolarità esiste realmente: essa è la *segmentazione* o l'articolazione trasversale del corpo la quale noi in una parola chiamiamo brevemente *metameria*. In tutti i vertebrati ed articolati il corpo dell'individuo sviluppato che noi designiamo col nome di « persona » risulta da una serie di articoli consecutivi (segmenti o metameri); nel germe od embrione essi vengono distinti col nome di *protosegmenti o somiti*. In caduno di questi metameri si ripete un certo gruppo di organi in simile composizione ed ordinamento, cosicchè noi dobbiamo considerare ogni segmento come un'unità individuale, come uno speciale « individuo » subordinato alla personalità complessiva.

La rassomiglianza della segmentazione morfologica e della conseguente perfezione fisiologica nei due tipi dei vertebrati e degli articolati ha condotto ad ammettere una diretta parentela filogenetica fra i due e a derivare direttamente i primi dai secondi. Gli annulati od annelidi sarebbero gli immediati progenitori non solo dei crostacei e tracheati ma anche dei vertebrati. Ci convinceremo più tardi (nella XX conferenza) che questa « teoria dell'origine dei vertebrati degli annelidi » è interamente erronea e disconosce le più importanti differenze e contrapposizioni organiche che esistono fra

questi due grandi tipi animali. L'interna segmentazione dei vertebrati è così fondamentalmente diversa dall'esterna articolazione degli articolati come lo sono le loro formazioni scheletriche, il loro sistema nervoso, vascolare, ecc. Entrambi hanno sviluppata la metameria in modo affatto diverso. L'inarticolata *cordula* (figg. 80-83, pagg. 168, 169) in cui abbiamo ravvisato una delle più importanti forme embrionali palingenetiche dei vertebrati e che ci ha condotto all'induzione di una corrispondente forma-stipite comune di tutti i vertebrati e tunicati sarebbe al tutto inconcepibile quale stipite degli articolati.

Tutti gli animali segmentati discendono in origine da animali non segmentati; questa proposizione filogenetica sta così incrollabile come il fatto ontogenetico che ogni corpo animale articolato si svolge da un embrione inarticolato. Ma l'organizzazione di questo germe è in quei due grandi tipi affatto diversa. La palingenetica cordula di tutti i vertebrati si distingue pel dorsale tubo midollare e pel canale neurenterico che presso al prostoma passa nel ventrale tubo intestinale, come pure per la corda assile collocata fra i due tubi. Tutti gli articolati, tanto gli annelidi quanto gli artropodi (crostacei e tracheati) non mostrano alcuna traccia di questa tipica organizzazione. Inoltre l'evoluzione dei più importanti sistemi organici nei due gruppi è diametralmente opposta come risulta dalla XIII tabella. Perciò anche la segmentazione o metameria deve nei due tipi essere stata acquisita indipendentemente. Ciò non è menomamente strano, tanto più che persino la segmentazione del fusto delle piante superiori mostra analoghe disposizioni e che anche in taluni gruppi di altri tipi animali appaiono simili segmentazioni, così, per esempio, nei cestodi e nella gunda (nel tipo dei platodi), nelle stelle di mare e crinoidi (nel tipo degli echinodermi), nei scifostomi (nel tipo dei cnidari), ecc.

La caratteristica segmentazione interna dei vertebrati e l'importanza che essa ha per l'organizzazione di questo tipo ci appare immediatamente nel modo più evidente quando consideriamo il loro scheletro. Infatti la sua parte centrale e più importante, la cartilaginea od ossea *colonna vertebrale*, ci mostra palpabilmente in forma concreta la metameria dei vertebrati: essa risulta da una serie di pezzi omologhi cartilaginei od ossei posti l'un dietro l'altro i quali da tempo immemorabile sono chiamati « vertebre » (*vertebrae, spondyli*). Ciascuna vertebra è in diretta connessione con una speciale sezione individuale del sistema muscolare, nerveo, vascolare, ecc. I più degli « organi animali » partecipano dunque a questa « vertebrazione ». Ma già precedentemente, quando noi (alla XI confer.) abbiamo considerato la nostra propria natura di vertebrati, ci siamo convinti che la stessa segmentazione interna appare già anche negli infimi provertebrati, negli acranii (*acrania*) sebbene qui tutto lo scheletro non sia ancora rappresentato che dalla semplice corda dorsale e sia interamente inarticolato. La primitiva segmentazione non prende dunque le mosse dallo scheletro, ma bensì dal *sistema muscolare* ed è certo determinata filogeneticamente dalla maggior perfezione dei *moti natatorii* degli antichissimi antenati cordonii.

Perciò è anche inesatto designare i primi abbozzi dei metameri nell'embrione dei vertebrati col nome di *protovertebre* (*protovertebrae*); l'essere essi stati per molto tempo indicati con tal nome ha condotto a molti errori e malintesi. Le cosidette « protovertebre » saranno dunque da noi sempre chiamate « somiti » o *segmenti primitivi*. Se si volesse conservare il concetto di « protovertebre » lo si dovrebbe applicare solo allo *sclerotomo*, cioè a quella piccola parte dosso-mediana dei somiti della quale realmente si svolgeva più tardi la futura « vertebra ».

Il principio della segmentazione o formazione dei metameri ha luogo in tutti i vertebrati in un periodo molto precoce dello sviluppo embrionale e mostra la grande antichità filogenetica di questo processo. Dopo che la cordula (figg. 80-83) ha portato a compimento la sua caratteristica composizione, talora anche un po' più presto, appaiono negli amnioti nel mezzo dello scudo embrionale sandaliforme parecchie paia di macchie scure quadrate simmetricamente distribuite ai due lati della corda (figg. 125-128). Le sezioni (fig. 131, *uw*) ci mostrano che esse appartengono alla zona rachidea (*episoma*) del *mesoderma* e che per mezzo delle pieghe laterali sono staccate dalla zona parietale (*hyposoma*); la loro forma in sezione è parimenti quadrangolare, quasi quadrata, cosicchè la figura di questi oscuri corpicciuoli viene a essere press'a poco cubica. Questi « dadi » pari del mesoderma mediale sono gli abbozzi dei protosegmenti o somiti, di quelle che prima si chiamavano le « protovertebre » (figg. 144-146, *uw*).

Fra i mammiferi gli embrioni dell'opossum ci mostrano già dopo 60 ore 3 paia di protovertebre (fig. 125, pag. 220), dopo 72 ore 8 paia (fig. 128). Più lento è il loro sviluppo nell'embrione del coniglio; solo all'età di 8 giorni questo possiede 3 somiti (fig. 126), un giorno più tardi 8 somiti (fig. 127, pag. 221). Nell'uovo gallinaceo incubato le prime protovertebre appaiono già 30 ore dopo il principio dell'incubazione (fig. 144). Al fine del secondo giorno d'incubazione il loro numero è già salito a 16-18 (fig. 146). La segmentazione della zona rachidea mesodermica, alla quale i somiti o « paia di protovertebre » devono la loro origine, procede dunque molto rapidamente dall'avanti all'indietro pel continuo formarsi l'una dietro l'altra di nuove costrizioni delle cosidette « lamine protovertebrali ». Il primo protosegmento che nello scudo embrionale degli amnioti appare press'a poco a metà della sua lunghezza è dunque l'anteriore; *da questo primo somite nasce la prima vertebra cervicale* coi relativi muscoli e parti scheletriche. Da ciò si ricava primieramente che l'accrescimento dei segmenti primitivi segue dall'avanti all'indietro con continuo accrescimento in lunghezza dell'estremità posteriore del corpo, e secondariamente che al principio della segmentazione quasi tutta la metà anteriore dello scudo embrionale sandaliforme degli amnioti appartiene al futuro capo, mentre tutto il rimanente corpo nasce dalla sua metà posteriore. Ciò ci ricorda che anche nell'*Amphioxus* (come nel nostro ipotetico provertebrato, figg. 95-99) quasi tutta la metà anteriore corrisponde al capo, la posteriore al tronco.

Il mesoderma del capo degli amnioti si sviluppa dalle « *lamine cefaliche* » inarticolate le quali per la mancanza di segmentazione si distinguono notevolmente dalle « lamine protovertebrali » del tronco che gli sta dietro. Noi vedremo però che quella semplicità delle lamine cefaliche non è una semplicità originaria ma cenogenetica. Nei vertebrati inferiori anche la parte cefalica appare nettamente articolata, composta di almeno 9 somiti, e nell'embrione di alcuni palingenetici selaci si sono constatati recentemente sino a 12-14 protosegmenti cefalici. Ma nei vertebrati superiori questi « somiti cefalici » (come anche i metameri cefalici degli articolati superiori) sono così precocemente fusi che solo alle acute osservazioni di Gegenbaur (1872) è riuscito per mezzo dell'anatomia comparata di constatarne l'esistenza. Più tardi questo reperto fu confermato da altri coll'aiuto dell'ontogenesi comparata; nella XXVI conferenza a proposito della « teoria del cranio » noi ritorneremo su questo argomento.

Il numero dei metameri come pure degli embrionali *somiti* o « segmenti primitivi » da cui essi derivano è nei vertebrati estremamente vario secondo che la parte posteriore del corpo è breve oppure è protratta a formare una coda. Nell'uomo adulto

il *tronco* (compresa la coda rudimentale) è composto di 33 metameri il cui centro massiccio nella colonna vertebrale assile è formato da altrettante vertebre (7 vertebre cervicali, 12 toraciche, 5 lombari, 5 sacrali e 4 caudali). A ciò bisogna aggiungere ancora *almeno nove vertebre cefaliche* che primitivamente (come in tutti i cranioti) compongono il cranio. Il numero complessivo dei segmenti primitivi del nostro corpo

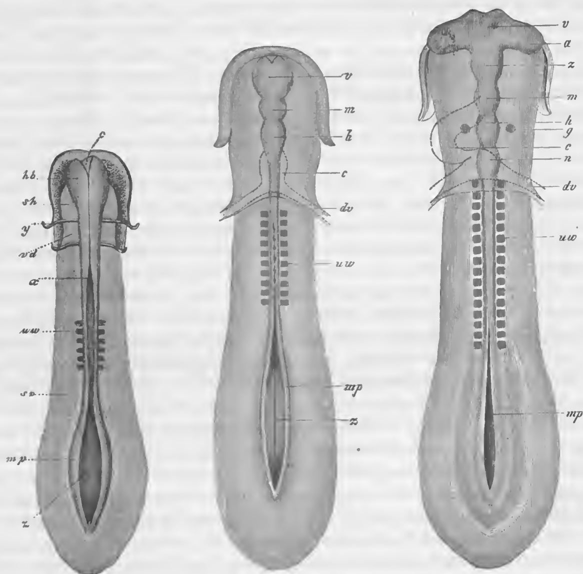


Fig. 144. Fig. 145. Fig. 146.

Scudo embrionale sandaliforme del pulcino in tre successivi stadii di sviluppo, visto dalla faccia dorsale, ingr. circa 20 volte (alquanto schematico).

Fig. 144 con sei paia di protovertebre. Cervello in forma di una semplice vescica (*hb*). Doccia midollare da *x* in poi ancora largamente aperta, posteriormente in *z* molto allargata; *mp*) Placche midollari; *sp*) Lamine laterali; *y*) Limite tra la cavità faringea (*sh*) e l'intestino cefalico (*vd*). Fig. 145 con dieci paia di protovertebre. Cervello diviso in tre vesciche: *v*) Cervello anteriore; *m*) Cervello mediano; *h*) Cervello posteriore; *c*) Cuore; *dv*) Vene vitelline. Doccia midollare all'indietro ancora largamente aperta (*z*); *mp*) Placche midollari. Fig. 146 con sedici paia di protovertebre. Cervello diviso in cinque vesciche: *v*) Cervello anteriore; *z*) Cervello intermedio; *m*) Cervello mediano; *h*) Cervello posteriore; *n*) Cervello terminale; *a*) Vesciche oculari; *g*) Vesciche uditive; *c*) Cuore; *dv*) Vene vitelline; *mp*) Placca midollare; *uw*) Protovertebra.

umano salirebbe dunque almeno a 42; esso salirebbe a 45-48 se (seguendo recenti ricerche) si computa il numero dei primitivi « segmenti cefalici » a 12-15. Nelle ecaudate scimmie antropoidi il numero complessivo dei metameri è lo stesso che nell'uomo o differisce solo di uno o due somiti; esso è però molto più grande nelle scimmie a lunga coda e nel più degli altri mammiferi. Nei serpenti e pesci dal corpo allungato esso sale a molte centinaia (talora ad oltre quattrocento).

Per comprendere rettamente la vera natura ed origine della segmentazione del corpo nell'uomo e nei vertebrati superiori è indispensabile di paragonarla criticamente con quella dei vertebrati inferiori tenendo sempre presente il nesso filogenetico di tutti i membri di questo tipo. Qui è unicamente lo sviluppo palingenetico dell'inapprezzabile *Amphioxus* quello che ci dà la vera chiave per comprendere le condizioni più complicate e cenogeneticamente modificate dell'embriogenesi dei cranioti. Anche qui sono di nuovo le ricerche esemplari di Hatschek quelle che con tutta la chiarezza desiderabile ci hanno fatto conoscere queste importanti condizioni dell'infimo vertebrato scoperte vent'anni fa dal Kovalewsky. La *segmentazione dell'Amphioxus* comincia già molto per tempo, prima che nei cranioti. Appena dall'intestino primitivo si sono prodotte le due tasche celomiche (fig. 147, *c*) comincia anche la parte anteriore, cieca, di esso (la parte più distante dal prostoma, *u*) a distinguersene per mezzo di una piega trasversale (*s*); quest'è il primo segmento primitivo (*m*). Subito dopo anche la parte posteriore delle tasche celomiche comincia con nuove pieghe a scindersi in una serie di pezzi (fig. 148). Le incisioni trasversali dei sacchi celomici giacciono in un piano verticale, perpendicolare all'asse longitudinale del corpo e cominciano alla sua faccia dorsale (fig. 149). Di là procedendo verso il basso esse tagliano completamente questo piano trasversale e così dividono ciascun sacco celomico in una serie di vescicole cubico-tondeggianti. L'anteriore di questi segmenti primitivi (us_1) è il primo e più antico; nelle figg. 148 e 149 ne son già formati cinque. Uno dietro l'altro essi si separano così rapidamente che 24 ore dopo il principio dello sviluppo ve ne sono già 8, e 24 ore più tardi già 17 paia. Il loro numero va crescendo mentre l'embrione seguita a crescere all'indietro e ad allungarsi e che dalle due cellule promesodermiche (presso alla bocca primitiva) vengono formate sempre nuove cellule (figg. 150-152).

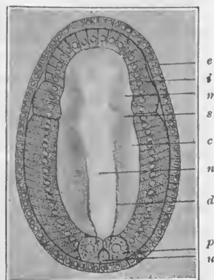


Fig. 147. — Embrione dell'*Amphioxus* di sedici ore, veduto dal dorso. Da Hatschek.

d) Intestino primitivo; *u*) Prostoma; *p*) Cellule polari del mesoderma; *c*) Tasche celomiche; *m*) Loro primo segmento; *n*) Tubo midollare; *i*) Entoderma; *e*) Esoderma; *s*) Prima piega segmentale.

Questa segmentazione tipica dei due semplici sacchi celomici nell'*Amphioxus* comincia molto di buon'ora, prima ancora che essi si siano staccati dall'intestino primitivo, cosicchè al principio ciascuna cavità protosegmentale (*ush*) comunica ancora, come farebbe una « ghiandola intestinale », coll'intestino primitivo per mezzo di una stretta apertura. Quest'apertura però si chiude molto rapidamente avvenendo il completo distacco e ciò ugualmente progredendo in modo regolare dall'avanti all'indietro. I somiti vescicolari chiusi si estendono allora maggiormente cosicchè la loro metà superiore cresce insinuandosi a mo' di fessura disopra fra l'esoderma (*ak*) ed il tubo nerveo (*u*) e la metà inferiore tra l'esoderma ed il tubo intestinale (*dh*) (fig. 153, *c*, metà sinistra della figura). Più tardi le due metà si separano completamente, venendo divise da una piega longitudinale laterale che si interpone fra di esse (mk_1, metà destra della fig. 153). I protosegmenti dorsali (*sd*) dànno origine alla musculatura del tronco in tutta la lunghezza del corpo (fig. 151); la loro cavità in seguito scompare. Invece i somiti colla loro parte superiore dànno origine ai pronefridii o canaletti dei reni primitivi e colla parte inferiore agli abbozzi segmentali delle ghiandole sessuali o gonadi. I tramezzi dei pezzi *dorsali* muscolari (*miotomi*)

si conservano e determinano il persistere della segmentazione di tutto l'organismo del vertebrato. All'incontro i tramezzi degli estesi pezzi *ventrali* (*gonotomi*) si assottigliano e più tardi in parte scompaiono cosicchè le loro cavità si fondono a formare il metacelo cioè la semplice cavità persistente del corpo.

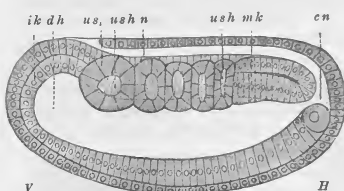


Fig. 148.

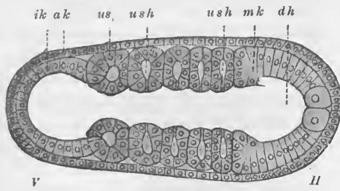


Fig. 149.

Embrione dell'*Amphioxus* di venti ore, con cinque somiti (o paia di « protovertebre »). Fig. 148, dal lato sinistro; fig. 149, dal dorso. Da Hatschek.

V, Estremità anteriore; *H*, Estremità posteriore; *ak*, *mk*, *ik*) Foglietto esterno, medio, interno; *dh*) Tubo intestinale; *n*) Tubo nerveo; *cn*) Canale neurenterico; *ush*) Tasche celomiche (o cavità protosegmentali); *us'*) Primo (anteriore) protosegmento.

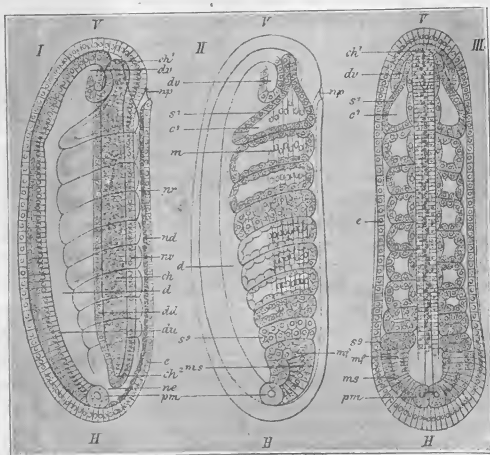


Fig. 150. Fig. 151. Fig. 152.

Embrione dell'*Amphioxus*, di 24 ore, con otto somiti. Da Hatschek. Figg. 150 e 151, veduta laterale (da sinistra); fig. 152, veduta dorsale.

Nella fig. 150 sono segnati solo i contorni degli otto protosegmenti: nella fig. 151 anche le loro cavità o pareti muscolari; *V*, Estremità anteriore; *H*, Estremità posteriore; *d*) Intestino; *du*) Parete intestinale inferiore; *dd*) superiore; *ne*) Canale neurenterico; *uc*) Parete ventrale; *ud*) dorsale del tubo nerveo; *np*) Neuroporo; *dv*) Tasca intestinale anteriore; *ch*) Corda dorsale; *pm*) Cellule polari del mesoderma (*ms*).

Essenzialmente nella stessa guisa come in questi antichissimi acranii si compie la segmentazione del corpo partendo dalle tasche celomiche anche nei rimanenti vertebrati, nei cranioti. Ma mentre colà appare dapprima la divisione trasversale dei sacchi

celomici (per via di pieghe trasverse verticali) e poi segue la divisione dorsoventrale (per causa della piega longitudinale orizzontale), nei cranioti avviene l'opposto: qui ciascuna delle due tasche celomiche allungate si divide dapprima per una piega longitudinale laterale in una sezione dorsale (lamine protosegmentali) ed in una sezione ventrale (lamine laterali). Son solo le prime che allora dalle successive pieghe trasverse verticali vengono divise nei singoli segmenti primitivi; le altre invece (che nell'*Amphioxus* sono transitoriamente segmentate) rimangono qui indivise e pel divaricare delle loro lamine parietali e viscerali formano da ciascun lato una cavità del corpo che sin dal principio è unica. Indubbiamente anche in questo caso la condizione dei più recenti cranioti è da considerarsi come cenogeneticamente modificata e si deve derivare dal processo palingenetico l'embriogenesi che si trova nei più antichi acranii.

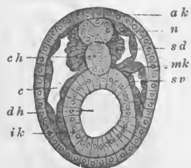


Fig. 153.—Sezione trasversa nel mezzo di un embrione di *Amphioxus* con 11 protosegmenti. Da Hatschek.

A sinistra il protosegmento è ancora semplice, a destra già diviso per mezzo della piega laterale (*mk,*) in una metà dorsale ed in una ventrale; *ak*, *mk*, *ik*) Foglietto esterno, medio ed interno; *n*) Tubo nerveo; *ch*) Corda dorsale; *dh*) Tubo intestinale; *sd*) Somite dorsale; *sv*) Somite ventrale; *c*) Celoma.

Un interessante stadio intermedio fra gli acranii ed i cranioti formano in questo come in molti altri rapporti i *ciclostomi* (missinoidi e petromizonti; cfr. la XXI confer.). Particolarmente l'evoluzione dei loro segmenti muscolari (dai somiti dorsali) sta più vicino a quella dell'*Amphioxus* che a quella degli altri vertebrati (dei gnatostomi). Ciò è connesso col fatto che anche ai ciclostomi, come agli acranii, manca ancora la colonna vertebrale e che in entrambi i gruppi la segmentazione del corpo presenta ancora un carattere molto semplice e primitivo; specialmente il capo rimane ancora ad un basso livello di struttura e mancano completamente estremità pari. Molto più complicati si presentano questi processi embrionetici nei pesci coi quali comincia la lunga serie dei vertebrati muniti di mascelle e di due paia di estremità.

Fra i pesci sono ancora anzitutto i *selaci* o *pesci primitivi*, quelli che in questa come in molte altre questioni filogenetiche ci dànno le più importanti indicazioni (figg. 154 e 155); specialmente le accurate ricerche di Rückert e Van Wijke han qui dato preziosi risultati. I prodotti del foglietto germinativo mediano diventano qui già in parte distinguibili all'epoca in cui le cavità protosegmentali dorsali (o mioceli, *h*) sono connesse col celoma ventrale (fig. 154, *lh*). Nella figura 155, presa da un embrione un po' più vecchio (*m*) queste sono cavità già separate. La parete esterna o laterale del protosegmento dorsale fornisce la lamina dermica o lamina della cute (*cp*), fondamento del derma connettivo. Dalla sua parete interna o mediale invece si sviluppa la lamina muscolare (*m p*, abbozzo della musculatura del tronco) e la lamina scheletrica, il substrato formativo della colonna vertebrale (*s k*).

Molto chiara è la segmentazione delle tasche celomiche e l'origine dei segmenti primitivi dalla metà dorsale di esse anche negli *anfibii*, specialmente nelle salamandre acquatiche (*Triton*) (confrontare sopra, figura 88, L, B, C; pag. 171). La cavità dei sacchi celomici originariamente semplici (fig. 88, A e metà destra di B) rimane qui visibile tanto nel segmento dorsale che nel segmento ventrale anche dopochè entrambi sono separati per mezzo della piega laterale (fig. 88, C e metà sinistra di B). Una sezione longitudinale orizzontale o frontale attraverso ad un tale embrione di salamandra (fig. 156) mostra molto chiaramente la serie pari di questi protosegmenti

dorsali vescicolari che si sono staccati dalle lamine laterali ventrali e giaciono ai due lati della corda.

La metameria degli amnioti cioè delle tre classi superiori di vertebrati corrisponde bensì in tutti i processi essenziali con quella dei vertebrati inferiori or ora considerati, essa mostra però nei particolari molteplici variazioni in seguito ad alterazioni cenogenetiche che in prima linea (come l'aberrante formazione delle tasche celomiche) sono determinate dallo sviluppo del potente vitello nutritivo. Poichè per la pressione esercitata da quest'ultimo i due foglietti mediani appaiono fin dal principio compressi

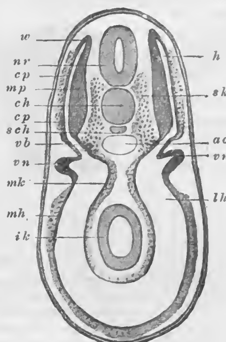


Fig. 154.

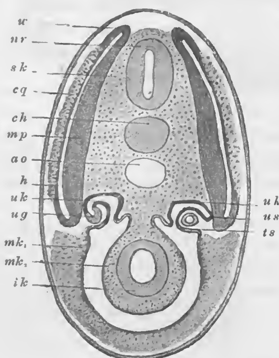


Fig. 155.

Sezioni trasverse di embrioni di selaci (per la regione dei reni primitivi).
Da Vijhe e Hertwig.

Nella fig. 155 le cavità protosegmentali dorsali (*h*) soco già separate dalla cavità del corpo (*lh*) mentre esse alquanto prima (nella fig. 154) le erano ancora connesse; *nr*) Tubo nerveo; *ch*) Corda dorsale; *sch*) Cordone sottocordale; *ao*) Aorta; *sk*) Lamina scheletrica; *mp*) Lamina muscolare; *cp*) Lamina dermica; *w*) Collegamento di quest'ultima (zona d'accrescimento); *vn*) Proreni; *ug*) Nefrodotto; *uk*) Pronefridii; *us*) Luogo di distacco di essi; *tr*) Imbuti dei reni primitivi; *mk*) Foglietto germinativo mediano (mk_1, parietale; mk_2, viscerale); *ik*) Foglietto glandulo-intestinale.

l'un contro l'altro, e poichè l'abbozzo massiccio del mesoderma apparentemente cela l'originario carattere delle cave paia di tasche, così anche le due sezioni del mesoderma che dai due lati sono separate per opera della ripiegatura laterale, cioè la dorsale « lamina protosegmentale » e la ventrale « lamina laterale » appaiono anche fin dal principio come lamine cellulari massiccie (figg. 91-94, pag. 178). Quando adunque nello scudo embrionale sandlaiforme incomincia la segmentazione delle liste somitiche e si sviluppano l'un dietro l'altro le paia di protovertebre crescendo costantemente di numero verso l'indietro, anche questi somiti cubici (o le cosidette « protovertebre ») appaiono come dati massicci composti di cellule mesodermiche (fig. 131, pag. 223). Ciò malgrado anche *in queste massiccie « protovertebre » appare transitoriamente una cavità centrale*, la « cavità protovertebrale » (fig. 157, *uwh*). Questo stadio vescicolare delle protovertebre ha filogeneticamente un grande interesse; secondo la teoria del celoma noi dobbiamo interpretarlo come una ripetizione dei somiti dorsali vescicolari dell'*Amphioxus* (figg. 147-153) e degli infimi vertebrati (figg. 154*a*, 156),

ripetizione dovuta all'eredità. Questa rudimentale « cavità protovertebrale » non ha per gli amnioti alcuna importanza fisiologica; essa scompare di buon'ora venendo riempita da cellule della lamina muscolare.

La formazione dei protosegmenti negli amnioti si mostra ancora aberrante pel fatto che lo sviluppo delle lamine muscolari dalla parete interna (mediale) dei loro somiti interessa anche la parete esterna (laterale); perciò qui anche quello strato cellulare del « foglietto fibroso-cutaneo » il quale giace immediatamente sotto la lamina cutanea (il futuro derma, fig. 155, *cp*) prende viva parte all'ulteriore accrescimento della lamina muscolare. Quest'ultima cresce di qui in tutte le direzioni sopratutto verso il basso addentrandosi nelle lamine laterali della parete ventrale (le « lamine ventrali »).

La parte mediale più interna delle lamine protosegmentali che è in immediato contatto colla corda dorsale (fig. 158, *ch*) ed il tubo midollare (*m*) forma in tutti i vertebrati superiori la colonna vertebrale (che agli infimi manca ancora) e può perciò

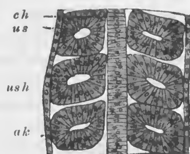


Fig. 156. — Sezione frontale (o sezione longitudinale orizzontale) d'un embrione di *Triton*, con tre paia di segmenti primitivi.

ch) Corda dorsale; *us*) Segmenti primitivi; *ush*) Loro cavità; *ak*) Lamina cornea.



Fig. 157. — Sezione trasversa d'un embrione di pulcino al secondo giorno d'incubazione. Da Kölliker.

mr) Tubo midollare; *ch*) Corda dorsale; *uw*) Protovertebre; *ung*) Condotti dei reni primitivi; *ao*) Aorta primitiva; *uwh*) Cavità delle protovertebre; *un*) Reni primitivi; *h*) Lamina cornea; *af*) Ripiegatura amniotica; *hp*) Foglietto fibroso-cutaneo; *p*) Celoma; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale.

essere chiamata *lamina scheletrica;* in ogni singola protovertebra la si chiama « *sclerotomo* » (in opposizione al *miotomo* cioè alla lamina muscolare esternamente adiacente). Filogeneticamente considerati i miotomi sono molto più antichi che gli sclerotomi. La parte inferiore o ventrale di ciascun sclerotomo (lo spigolo inferiore interno di ciascun cubo protovertebrale) si scinde in due lamelle che avvolgono la corda dorsale e formano così il fondamento del corpo vertebrale (*wh*). La lamella superiore penetra fra la corda e il tubo midollare, l'inferiore fra la corda e il tubo intestinale (fig. 132, pag. 224). Ora le lamelle di due pezzi protovertebrati opposti, avanzandosi l'una verso l'altra e venendo a riunirsi dànno origine ad un invoglio annulare attorno a questo pezzo di corda dorsale. Da ciò risulta più tardi un *corpo vertebrale* cioè la massiccia parte inferiore o ventrale dell'anello osseo o « *vertebra* » in stretto senso che circonda il tubo midollare (figg. 159-161). La metà superiore o dorsale di questo anello osseo cioè l'*arcata vertebrale* (fig. 158, *wb*) cresce nella stessa guisa dalla parte superiore della lamina scheletrica cioè dallo spigolo interno superiore della cubica protovertebra. Del saldarsi che fanno sulla linea mediana partendo da destra e da sinistra gli spigoli superiori mediali di due opposte protovertebre nasce la chiusura dell'arco vertebrale.

Tutta la vertebra secondaria che in tal modo nasce dal saldarsi delle lamine scheletriche di un paio di pezzi protovertebrali ed include nel suo corpo una porzione di

corda dorsale consiste dapprima in una massa cellulare abbastanza molle; questa trapassa più tardi in un secondo stadio in cui è più solida, cartilaginea e finalmente in un terzo, definitivo, in cui ha natura ossea. Del resto nella massima parte dello scheletro dei vertebrati superiori si devono distinguere questi tre stadii: dapprima il più delle parti scheletriche sono affatto tenere, molli e membranacee, più tardi nel corso dello sviluppo esse si fanno poi cartilaginee ed infine si ossificano.

Anteriormente nella parte cefalica dell'embrione la scissione del foglietto germinativo mediano in protovertebre e lamine laterali negli amnioti non appare affatto, ma i somiti dorsali e ventrali appaiono qui sin da principio fusi insieme e formano le cosidette «*lamine cefaliche*» (vedi la fig. 143, *k*, pag. 231). Da queste piglia origine il cranio cioè l'invoglio osseo del cervello, come pure i muscoli ed il derma del capo. Il cranio si sviluppa al modo stesso della colonna vertebrale membranosa e cioè le lamine cefaliche destra e sinistra si inarcano al disopra delle vesciche cerebrali, includono inferiormente l'estremità anteriore della corda e così formano in ultimo attorno al cervello una semplice capsula molle, membranacea. Questa si cambia più tardi in un cranio primordiale cartilagineo quale rimane per tutta la vita in molti pesci. Solo molto più tardi si origina ancora da questo cartilagineo cranio primordiale il definitivo cranio osseo colle sue differenti parti. Il cranio osseo dell'uomo e di tutti gli altri amnioti è molto più altamente differenziato e peculiarmente trasformato che non quello dei vertebrati inferiori, degli anfibi e pesci. Poichè però il primo è nato filogeneticamente da questi ultimi, così noi dobbiamo, tanto per quello come per questi, ammettere una primitiva origine dello sclerotomo a numerosi (almeno nove) somiti cefalici.

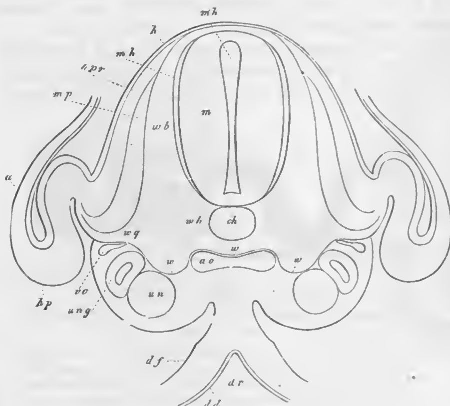


Fig. 158. — Sezione trasversale dell'embrione di un pulcino al quarto giorno di incubazione, ingrandito circa 100 volte.

Le protovertebre si sono scisse nell'esterna lamina muscolare (*mp*) e nell'interna lamina scheletrale. Quest'ultima comincia, quale corpo vertebrale (*wk*), ad avvolgere inferiormente la corda (*ch*) e superiormente, come arco vertebrale (*wb*), ad avvolgere il tubo midollare (*m*), la cui cavità (*mh*) è già molto stretta. In *wq* la lamina muscolare si continua nella parete ventrale (*hp*); *hpr*) Lamina dermica della parete dorsale; *h*) Lamina cornea; *a*) Amnio; *ung*) Condotto dei reni primitivi; *un*) Pronefridii; *ao*) Arteria primitiva (aorta); *vc*) Vena cardinale; *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale; *dr*) Doccia intestin.

Mentre la segmentazione tipica del corpo dei vertebrati nell'*episoma* o regione dorsale si manifesta dovunque al primo colpo d'occhio ed è palpabilmente espressa nella metameria delle lamine muscolari e delle vertebre (miotomi e sclerotomi), per contro nell'*iposoma* o regione ventrale essa è più latente e parzialmente celata. Ciò

malgrado questi ventrali *iposomiti della metà vegetativa del corpo* non sono meno importanti e significativi di quegli *episomiti della metà animale del corpo.* La segmentazione concerne qui nella cavità ventrale i seguenti importanti sistemi di organi: 1° le gonadi o ghiandole sessuali (gonotomi); 2° i nefridii o reni (nefrotomi); 3° l'intestino cefalico colle sue fessure branchiali (branchiotomi).

La *metameria dell'iposoma* cioè la segmentazione della metà ventrale del corpo è meno spiccata sopratutto per ciò che qui in tutti i cranioti i *gonoceli* (cioè le cavità dei protosegmenti ventrali nella cui parete si sviluppano i prodotti sessuali) già da tempi remotissimi sono fusi insieme e col dissolversi dei loro tramezzi hanno formato un'unica grande cavità del corpo. Questo processo cenogenetico è così antico che il metacelo nelle lamine laterali dei cranioti appare dovunque sin dal principio come una fessura semplice non segmentata e che anche l'abbozzo delle gonadi (la lista sessuale)



Fig. 159.
La terza vertebra cervicale dell'uomo.



Fig. 160.
La sesta vertebra dorsale dell'uomo.

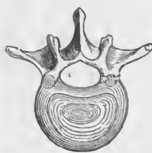


Fig. 161.
La seconda vertebra lombare dell'uomo.

appare quasi sempre insegmentata. Tanto più interessante è il fatto che secondo l'importante scoperta di Rückert quest'abbozzo sessuale nei selaci anche oggidì appare dapprima segmentalmente e che i singoli gonotomi solo secondariamente si fondono a formare una ghiandola sessuale semplice.

L'*Amphioxus*, l'unico rappresentante superstite degli acranii, ci dà ancora qui le più importanti indicazioni; in esso infatti le ghiandole sessuali, e così anche le cavità celomiche ventrali, rimangono per tutta la vita segmentate. L'*Amphioxus* adulto porta a destra e sinistra dell'intestino una serie di sacchi metamerici che nella femmina sono ripieni d'uova, nel maschio di sperma. Queste *gonadi segmentali* in origine non sono altro che veri *gonotomi*, celomi separati nati dagli iposomiti del tronco. L'esser essi stati sinora per solito disconosciuti e l'essersi attribuita all'*Amphioxus* una semplice cavità celomica si deve all'aver confusa quest'ultima colla grande cavità del mantello (o spazio peribranchiale).

Le *gonadi* sono i più importanti degli organi segmentali dell'iposoma perchè sono filogeneticamente i più antichi. Infatti ghiandole sessuali (come estroflessioni sacciformi del sistema gastrocanale) si trovano già nel più dei celenterii, anche nei cnidari ai quali mancano peranco i nefridii. Questi ultimi appaiono per la prima volta (come un paio di semplici pronefridii o tubi escretori) nei platodi (turbellari) e da questi si sono verosimilmente trasmessi in eredità da un lato agli articolati (anellidi) dall'altro agli inarticolati procordonii e da questi ai segmentati vertebrati. La più antica forma di sistema renale in questo tipo ci è data dai *pronefridii segmentali* o « canali metamerici dei proreni » in questa disposizione che è stata recentemente scoperta da Boveri nell'*Amphioxus*. Sono piccoli canaletti che giacciono nel piano frontale del corpo, da ambo i lati della córda, fra l'episoma e l'iposoma (fig. 162, *n*); la loro

interna apertura imbutiforme va nelle singole cavità celomiche, l'esterna sbocca nel solco laterale dell'epidermide. Senza dubbio essi hanno avuto in origine una doppia funzione, l'emissione dell'urina dal miocelo degli episomiti e quella delle cellule sessuali del gonocelo degli iposomiti.

Le interessanti ricerche instituite recentemente dal Rückert e da Van Wijhe sui segmenti mesodermici del tronco e sul sistema escretorio dei selaci ci mostrano che questi « pesci primitivi » anche in ciò si rannodano strettamente all'*Amphioxus*. La sezione attraverso all'embrione di selacio (fig. 154, pag. 246) ci mostra ancora la metà dorsale e la verticale della tasca celomica in aperta comunicazione. Nel centro della regione, nell'asse frontale, lo stretto miocelo (o la « cavità muscolare » fatta a fessura del segmento dorsale) per uno stretto canale di collegamento (*vb*) passa direttamente nell'ampio gonocelo (*lh*) o cavità celomica del segmento ventrale, dal cui epitelio si sviluppano le cellule sessuali. Quello stretto canale di collegamento (*vb*) diventa un pronefridio o « canaletto prorenale » che conduce all'esterno i prodotti di escrezione delle due cavità celomiche (l'urina della cavità muscolare dorsale e le cellule sessuali della cavità sessuale ventrale). Più tardi (fig. 155, pag. 246) le due cavità vengono separate da un tramezzo. Allora lo sbocco interno del nefrocanale non si apre più che nella cavità inferiore, ventrale. L'apertura esterna si trovava sulla superficie cutanea esterna e verosimilmente in quel solco laterale dell'epidermide del quale nei cranioti si forma rendendosi libero il « solco nefridiale » (fig. 157, *ung*). Nell'*Amphioxus* questi condotti si aprono ancora oggidì, come ha scoperto recentemente il Boveri, nella corrispondente parte della secondaria « cavità del mantello ».

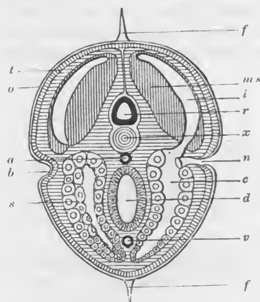


Fig. 162. — Sezione trasversa del torace d'un provertebrato (*Prospondylus*).

a) Aorta; *b*) Solco laterale (condotto dei reni primitivi); *d*) Intestino tenue; *f*) Orlo cutaneo a pinna; *i*) Cavità muscolare (tasca celomica dorsale); *ms*) Muscoli; *n*) Canaletti renali; *o*) Epidermide; *r*) Midollo spinale; *s*) Ghiandole sessuali (gonadi); *t*) Derma (*corium*); *v*) Vena intestinale (vena principale); *x*) Corda dorsale.

Anche in tutti i vertebrati superiori i reni, per quanto diversa struttura abbiano più tardi, si sviluppano dagli stessi abbozzi i quali si sono prodotti secondariamente da quei pronefridii segmentati degli acranii. Le parti del mesoderma nelle quali appaiono i loro primi accenni vengono per solito designate col nome di « *lamine mediane* » o lamine mesenteriche e le loro porzioni segmentali con quello di *mesomeri*. Poichè nell'epitelio celomico di queste lamine mediane dal lato interno (verso la linea mediale) delle interne aperture infundibuliformi dei nefrocanali appaiono le prime traccie delle gonadi noi troviamo più opportuno assegnare questa regione del mesoderma al corpo ventrale od iposoma.

L'organo più importante ed antico dell'iposoma dei vertebrati, il *canale digerente*, viene descritto per solito come un organo inarticolato, non soggetto a segmentazione. Si può però anche al contrario affermare che esso è il più antico di tutti gli organi metamerici dei vertebrati; infatti la doppia serie di tasche celomiche si produce appunto dalla stessa parete dorsale dell'intestino primitivo, da ambo i lati della corda. Nel rapido intervallo in cui nell'embrione di *Amphioxus* quelle sacche celomiche

segmentali stanno ancora in aperta comunicazione coll'intestino primitivo esse appaiono appunto come una serie pari di metameriche ghiandole intestinali. Ma, astraendo da ciò, in tutti i vertebrati si mostra originariamente una notevolissima segmentazione dell'intestino cefalico, la quale manca all'intestino troncale, la *segmentazione dell'intestino branchiale*, o la cosidetta « *branchiomeria* ».

Le fessure branchiali, che originariamente negli antichi cranioti traforano le pareti dell'intestino cefalico, e gli archi branchiali che le separano erano verosimilmente altrettanto « segmentalmente » distribuite nei singoli metameri di questa serie come le gonadi nell'intestino troncale e come i nefridii (fig. 163, *ks*). Anche nell'*Amphioxus* i loro abbozzi sono ancora oggidì segmentali. Forse nei più antichi acranii (ora da gran tempo estinti) si ebbe una *divisione di lavoro degli iposomiti* in guisa che quelli dell'intestino cefalico assunsero la funzione della *respirazione*, quelli dell'intestino troncale la funzione della *generazione*. Quelli si svolsero in sacche branchiali, questi in

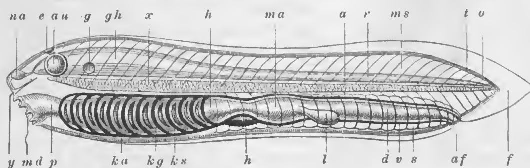


Fig. 163. — Sezione ottica longitudinale del provertebrato (*Prospondylus*).

a) Aorta; *af*) Ano; *au*) Occhio; *d*) Intestino tenue; *e*) Occhio parietale (epifisi); *f*) Orlo cutaneo a pinna; *g*) Vescicola uditiva; *gh*) Cervello; *h*) Cuore; *k*) Intestino branchiale; *ka*) Arteria branchiale; *kg*) Archi muscolari branchiali; *ks*) Fessure branchiali; *l*) Fegato; *ma*) Stomaco; *md*) Bocca; *ms*) Muscoli; *na*) Narice (fossa olfattiva); *o*) Epidermide; *p*) Faringe; *r*) Midollo spinale; *s*) Ghiandole sessuali (gonadi); *t*) Derma (*corium*); *v*) Vena intestinale (vena principale); *x*) Corda dorsale; *y*) Ipofisi. (Appendice cerebrale).

sacche sessuali. Pronefridii potevano essere stati presenti in entrambi. Nei vertebrati odierni la branchiomeria è così mutata e negli amnioti così ridotta che da molti osservatori ne è persino negata la metameria. Inoltre negli amnioti la sua funzione respiratoria è andata affatto perduta. Malgrado ciò nel loro embrione certe parti di essa si sono tenacemente ereditate.

Già molto di buon'ora nell'embrione dell'uomo come di tutti gli altri amnioti si mostrano ai due lati del capo quelle notevoli ed importanti formazioni che noi designiamo col nome di *archi branchiali e fessure branchiali* (tav. I, VI-IX; figg. 164-166, *f*). Essi fan parte degli organi più caratteristici e giammai mancanti dell'embrione degli amnioti e dappertutto appaiono nello stesso sito, nella stessa disposizione e struttura. Si formano cioè a destra ed a sinistra nella parete laterale della cavità dell'intestino cefalico e appunto nella sua parte più anteriore, dapprima un paio, poi parecchie paia di sacchi che trapassano tutto lo spessore della parete laterale del capo. Così essi si trasformano in *fessure* per le quali dall'esterno si può penetrare liberamente nella cavità faringea. Fra queste *fessure branchiali* o fessure faringee la parete della faringe si inspessisce e si trasforma in una listerella arcuata o lunata; *arco branchiale* od arco faringeo. In questa si differenziano i muscoli e le parti scheletriche dell'intestino branchiale; al loro lato interno si eleva più tardi un arco vascolare (fig. 163, *ka*). Il numero degli archi branchiali è nei vertebrati superiori di 4 a 5 per lato (fig. 166, *d, f, f', f''*). In alcuni pesci (selaci) e nei ciclostomi se ne trovano ancor'oggidì 6 o 7. I più antichi vertebrati ne han posseduto ancor di più. In origine

queste notevoli strutture avevano funzione di organi respiratorii, di *branchie*. Nei pesci ancora oggidì l'acqua che serve alla respirazione e che viene introdotta per la bocca ritorna generalmente all'esterno passando per le fessure branchiali ai lati della faringe. Queste nei vertebrati superiori più tardi si saldano. Gli archi branchiali si trasformano parte nella mandibola, parte nell'ioide e negli ossicini dell'udito. La prima fessura branchiale diventa la cavità timpanica dell'organo uditivo (cfr. tav. I e VI-IX, prima e seconda serie).

La segmentazione *primaria* del corpo del vertebrato, la quale prende le mosse dai protosegmenti del mesoderma, riguarda dunque la parte maggiore e più importante dei sistemi organici; nell'episoma sopratutto i muscoli e lo scheletro, nell'iposoma i reni e le gonadi, inoltre l'intestino branchiale. Ora vi si aggiunge ancora una segmentazione *secondaria* di altri sistemi d'organi, che è dipendente dalla prima e da essa è determinata. Così noi osserviamo in stadii ulteriori lo svolgersi d'un ordinamento segmentale dei nervi e vasi sanguigni periferici; il primo piglia le mosse dall'episoma, l'ultimo dall'iposoma. Soltanto poche parti dell'organismo del vertebrato non soggiacciono ad alcuna metameria; così l'esterno invoglio del corpo, il tegumento. L'epidermide (*epidermis*) rimane fin dal principio inarticolata e nasce dalla lamina cornea il cui abbozzo è semplice. Ma anche il sottostante derma (*cutis*) non è metamerico sebbene esso provenga dagli abbozzi segmentali della lamina cutanea (della lamella laterale degli episomiti, figg. 154, 155, *cp*). Anche in queste interessanti condizioni i vertebrati sono in evidente e profondo contrasto cogli articolati.

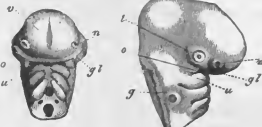


Fig. 164. Fig. 165.

Capo di un embrione di pulcino, al terzo giorno d'incubazione; fig. 164 di fronte, fig. 165 dal lato destro.

n) Abbozzo dell'organo olfattivo (fossette olfattive); *l*) Abbozzo degli occhi (fossette visive, cavità del cristallino); *g*) Abbozzo dell'organo uditivo (fossette uditive); *v*) Cervello anteriore; *gl*) Fessura oculare. Delle tre paia di archi branchiali il primo si è differenziato nel processo della mascella superiore (*o*) e nel processo della mascella inferiore (*u*). Da Kölliker.

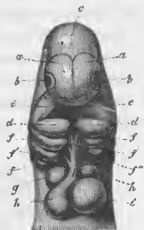


Fig. 166.
Capo di un embrione di cane, di fronte.

a) Le due metà laterali dell'ampolla cerebrale anteriore; *b*) Abbozzo degli occhi; *c*) Ampolla cerebrale mediana; *de*) Il primo paio di archi branchiali (*e*, processo della mascella superiore; *d*, della mascella inferiore); *f*, *f'*, *f''*) Il secondo, terzo e quarto paio di archi branchiali; *ghik*) Cuore (*g*, orecchietta destra; *h*, sinistra; *i*, ventric. sinistro; *k*, destro); *l*) Origine dell'aorta con tre paia di archi aortici che vanno agli archi branchiali. Da Bischoff.

Ora il più dei vertebrati possiedono inoltre ancora una quantità di *organi monomeri* od inarticolati, le *produzioni locali* che si sono formate per adattamento di singole parti del corpo a determinate funzioni speciali. Tali sono nell'episoma gli organi superiori di senso, e nell'iposoma le estremità, il cuore e la milza, come pure le diverse grandi ghiandole intestinali: polmoni, fegato, *pancreas*, ecc. Il *cuore* primitivamente non è altro che un locale allargamento fusiforme del grande vaso ventrale impari o vena principale che avviene nel sito dove la « vena subintestinale » passa nell' « arteria branchiale » al limite fra capo e tronco (fig. 166). I tre organi superiori di senso, naso, occhio ed orecchio, sono abbozzati originariamente in tutti i cranioti nella medesima forma, come tre paia di fossette cutanee ai lati del capo.

L'*organo dell'olfato* o il *naso* appare in forma di un paio di piccole fossette a disopra dell'apertura boccale, nella regione più anteriore del capo (fig. 165, *n*). L'*organo*

della vista od occhio appare dietro di esso ai lati del capo, parimente in forma di fossetta (fig. 165, *l*, 166, *b*), che cresce andando incontro ad una vistosa estroflessione vescicolare dell'ampolla cerebrale anteriore. Più indietro appare una terza fossetta a ciascun lato del capo, il primo abbozzo dell'*organo uditivo* (fig. 155, *g*). Della futura meravigliosissima complicazione di quest'organo non si osserva qui ancora alcuna traccia nè tampoco della caratteristica conformazione del viso.

Quando l'embrione dell'uomo ha raggiunto questo stadio di sviluppo non è ancora quasi distinguibile dall'embrione di tutti i vertebrati superiori (cfr. tav. I e VI-IX). Tutte le parti essenziali del corpo sono oramai abbozzate: il capo col cranio primitivo,

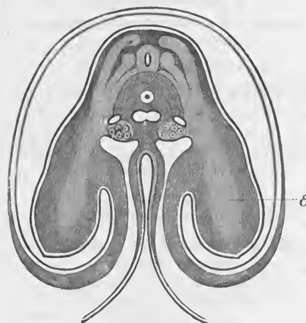


Fig. 167.

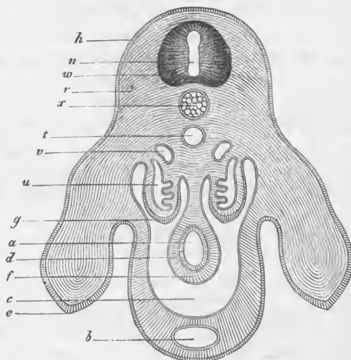


Fig. 168.

Fig. 167. — Sezione trasversa della regione scapolare e delle estremità anteriori (abbozzo delle ali) di un embrione di pulcino al quarto giorno d'incubazione, ingr. circa 20 volte.

Presso al tubo midollare si vedono ai due lati tre striscie chiare nella più scura parete dorsale, le quali si continuano per un tratto più oltre nell'abbozzo delle estremità anteriori od ali (ε). La superiore di esse è la lamina muscolare, la mediana è la radice posteriore, e la più bassa è la radice anteriore di un nervo rachideo. Sotto alla corda sta nel mezzo l'impari aorta, ai due lati di essa è visibile una vena cardinale, ed al disotto di questa sono i reni primitivi. L'intestino è quasi interamente chiuso. La parete ventrale si prosegue nell'amnio che avvolge l'embrione come un invoglio chiuso. Da Remak.

Fig. 168. — Sezione trasversa della regione del bacino e delle estremità posteriori di un embrione di pulcino al quarto giorno d'incubazione, ingrandito circa 40 volte.

h) Lamina cornea; *w*) Tubo midollare; *n*) Canale del midollo spinale; *u*) Reni primitivi; *x*) Corda dorsale; *e*) Estremità posteriori; *b*) Canale allantoidale nella parete ventrale; *t*) Aorta; *v*) Vene cardinali; *a*) Intestino; *d*) Foglietto glandulo-intestinale; *f*) Foglietto fibroso-intestinale; *g*) Epitelio germigeno; *r*) Muscoli dorsali; *c*) Cavità del corpo o celoma. Da Waldeyer.

cogli inizii dei tre organi superiori di senso e le cinque ampolle cerebrali, come pure cogli archi e le fessure branchiali; il tronco col midollo spinale, coll'abbozzo della colonna vertebrale, colla serie di metameri, il cuore ed i tronchi vascolari principali e finalmente i reni primitivi. In questo stadio embrionale l'uomo è già un vertebrato superiore e tuttavia esso non mostra ancora alcuna differenza morfologica essenziale dall'embrione dei mammiferi, degli uccelli, dei rettili e così via (tav. VI-IX, serie trasversale superiore). Questo è un fatto ontogenetico della massima importanza! Da esso scaturiscono le più importanti conclusioni filogenetiche.

TREDICESIMA TABELLA

Specchio dei contrasti fondamentali tra l'organizzazione dei vertebrati e quella degli articolati (cfr. pag. 239).

VERTEBRAZIONE DEI VERTEBRATI (Acranii e Cranioti)	ARTICOLAZIONE DEGLI ARTICOLATI (Anellidi, Crostacei, Tracheati)
1. Epidermide senza cuticola non articolata, senza invoglio chitinoso	**1. Epidermide con corazza cuticolare** costituita da chitina, articolata
2. Scheletro assile con corda dorsale e con guaina della corda (Scheletro assile interno)	**2. Scheletro tegumentale senza corda e senza guaina della corda** (Scheletro cutaneo esterno)
3. Muscolatura perischeletale (formata dalla parete di tasche celomiche cave, con miocelo)	**3. Muscolatura endoscheletale** (formata da liste mesodermiche massicce, senza miocelo)
4. Centro nerveo dorsale primitivamente inarticolato (midollo spinale) (Tubo midollare semplice)	**4. Centro nerveo ventrale** primitivamente articolato (midollo ventrale) (Doppia catena gangliare ventrale)
5. Cuore ventrale nato dal vaso ventrale degli elminti	**5 Cuore dorsale** nato dal vaso dorsale degli elminti
6. Intestino con camera branchiale (Intestino cefalico trasformato in una gabbia branchiale, con fessure branchiali e gronda ipobranchiale ventrale)	**6. Intestino senza camera branchiale** (Intestino cefalico mai munito di fessure branchiali; la gronda ipobranchiale manca interamente
7 Nefridii originariamente segmentali, collegati al miocelo e con condotto pronefridiale primitivo	**7 Nefridii** originariamente segmentali, non connessi con un miocelo e senza condotto pronefridiale primario
8. Gonadi originariamente segmentali nate dal **mesoblasto viscerale**	**8 Gonadi** originariamente segmentali nate dal **mesoblasto parietale**
9. Cavità celomiche (destra e sinistra) divise di buon'ora per mezzo di un **setto frontale** in un miocelo dorsale ed un gonocelo ventrale (episomiti ed iposomiti)	**9. Cavità celomiche** (destra e sinistra) **senza setto frontale**; perciò nessuna divisione in episomiti dorsali ed iposomiti ventrali

Manca però ancora completamente ogni traccia di *estremità*. Sebbene capo e tronco siano già distinti, sebbene tutti gli organi interni importanti siano già abbozzati, tuttavia di membra od estremità in questo stadio di sviluppo non v'ha ancora alcun accenno. Esse non si formano che più tardi. Anche questo è un fatto di supremo interesse. Infatti esso ci dimostra che i più antichi vertebrati erano apodi come lo sono ancora oggidì gli infimi vertebrati viventi (*Amphioxus* ed i ciclostomi). I discendenti di questi antichissimi vertebrati apodi non hanno acquistato delle estremità che molto più tardi, nel corso ulteriore della loro evoluzione, e cioè quattro gambe, un paio di gambe anteriori ed un paio di gambe posteriori. Gli abbozzi di queste sono in origine

uguali dappertutto, sebbene esse più tardi si sviluppino in vario modo, diventando nei pesci pinne (pinne pettorali e ventrali), negli uccelli ali e zampe, negli animali striscianti zampe anteriori e posteriori, nelle scimmie e negli uomini braccia e gambe. Tutte queste parti nascono dallo stesso semplicissimo abbozzo primitivo che si produce secondariamente dalla parete del tronco (figg. 167, 168). Esse appaiono dappertutto in forma di due paia di bottoncini che sulle prime rappresentano semplicissimi rilievi tondeggianti o lamine. Solo poco per volta ognuna di queste lamine si trasforma in una sporgenza maggiore nella quale si differenzia una parte interna più piccola da una più ampia parte esterna. Quest'ultima è l'accenno del piede o della mano, la prima è quello del braccio o della gamba. Come sia uniforme l'abbozzo primitivo delle estremità nei più diversi vertebrati ve lo mostrano le tavole VI-IX.

L'accurato esame e la giudiziosa comparazione degli embrioni dell'uomo e di altri vertebrati in questo studio di sviluppo sono estremamente istruttivi e palesano all'uomo che pensa più profondi secreti e verità di maggior peso che non si trovino nelle così dette « rivelazioni » di tutte quante le religioni del mondo prese insieme. Paragonate, per esempio, attentamente meditandoli poi i tre successivi stadii di sviluppo di quattordici diversi amnioti che sono rappresentati nelle quattro tavole VI-IX: 1 Lucertola (E), 2 Serpente (A), 3 Coccodrillo (K), 4 Testuggine (T), 5 Pollo (G), 6 Struzzo (Z), 7 Sariga (B), 8 Porco (S), 9 Capriolo (C), 10 Bue (K), 11 Cane (H), 12 Pipistrello (F), 13 Coniglio (L) e 14 Uomo (M).

Nel primo stadio di sviluppo (nella prima serie trasversa superiore, I) in cui è bensì già chiaramente abbozzato il capo colle cinque ampolle cerebrali e gli archi branchiali ma mancano ancora interamente le estremità, gli embrioni di tutti i vertebrati, dal pesce su fino all'uomo, non sono diversi in alcun modo o solo in un modo irrilevante. Nel secondo stadio (nella serie di mezzo II), dove son già accennate le estremità, cominciano già ad apparire differenze fra gli embrioni degli infimi vertebrati e quelli dei superiori; tuttavia anche ora l'embrione dell'uomo si può appena distinguere da quello dei mammiferi superiori. Finalmente nel terzo stadio (nella serie trasversa inferiore, III), in cui gli archi branchiali son già scomparsi ed è formato il viso, le differenze risultano già molto più chiaramente ed omai diventano sempre più spiccate. Questi sono fatti la cui fondamentale importanza non potrà mai essere abbastanza apprezzata! (100).

Se pure esiste un intimo nesso causale fra i processi dell'ontogenesi e della filogenesi, come noi dobbiamo ammettere date le leggi dell'eredità, allora da questi fatti ontogenetici vengon fuori direttamente le più importanti conclusioni filogenetiche. Infatti, la profonda, mirabile concordanza dello sviluppo embrionale dell'uomo e dei rimanenti vertebrati non si può spiegare se non tenendo per fermo che essi originano da una forma stipite comune. Difatto, questa comune discendenza viene omai ammessa da tutti i naturalisti capaci di ragionare, i quali non ammettono una creazione sopranatura ma un'evoluzione naturale degli organismi.

SPIEGAZIONE
DELLE TAVOLE VI, VII, VIII e IX.

Quattro tavole comparative di " embrioni di amnioti „ appartenenti a dodici diversi ordini.

Le quattro tavole VI-IX sono destinate a rappresentare la corrispondenza più o meno importante che vi ha riguardo ai più importanti rapporti di forma fra l'embrione dell'uomo e l'embrione dei vertebrati superiori (amnioti) nei primi periodi dello sviluppo individuale. Questa corrispondenza è tanto più compiuta quanto più precoci sono i periodi dello sviluppo in cui gli embrioni dell'uomo vengono confrontati con quelli dei rimanenti vertebrati. Essa permane tanto più a lungo quanto più prossima è la parentela dei relativi animali allo stato adulto, in rapporto alla « legge del nesso ontogenetico fra le forme sistematicamente affini » (cfr. la conferenza seguente).

Le tav. VI e VII rappresentano embrioni di sei diversi sauropsidi in tre diversi stadii, e cioè di quattro *rettili* e di due *uccelli.*

Le tavole VIII e IX mostrano gli embrioni di otto diversi *mammiferi* nei corrispondenti tre stadii. Gli stati dei tre diversi stadii evolutivi rappresentati dalle tre serie trasversali (I, II, III) sono scelti in modo che si corrispondano il meglio possibile.

La prima (superiore) serie trasversa (I) rappresenta uno stadio molto precoce, con fessure branchiali, senza estremità. La seconda (media) serie trasversa (II) mostra uno stadio alquanto più inoltrato, coi primi accenni delle estremità, ancora con fessure branchiali. La terza (inferiore) serie trasversa (III) rappresenta uno stadio ancora più avanzato, con estremità più sviluppate dopo la perdita delle fessure branchiali. Le membrane e le appendici del corpo embrionale (amnio, sacco vitellino, allantoide) sono tralasciate. Tutte le 24 figure sono ingrandite, le superiori più fortemente, le inferiori meno. Per facilitare la comparazione esse son tutte ridotte nel disegno press'a poco alla stessa grandezza. Tutti gli embrioni sono visti dal lato sinistro; l'estremità cefalica è in alto, l'estremità caudale in basso, il dorso convesso è rivolto a destra. Le lettere hanno in tutte le 24 figure lo stesso significato, cioè: *v*) Cervello anteriore; *z*) Cervello intermedio; *m*) Cervello mediano; *h*) Cervello posteriore; *n*) Cervello terminale; *r*) Midollo spinale; *e*) Narice; *a*) Occhio; *o*) Orecchio; *k*) Arco branchiale; *c*) Cuore; *w*) Colonna vertebrale; *f*) Estremità anteriori; *b*) Estremità posteriori; *s*) Coda (100).

1. Lucertola (*Lacerta*), E.
2. Serpente (*Coluber*), A.
3. Coccodrillo (*Alligator*), K.
4. Testuggine (*Chelone*), T.
5. Pollo (*Gallus*), G.
6. Struzzo (*Struthio*), Z.
7. Sariga (*Didelphis*), B.
8. Porco (*Sus*), S.
9. Capriolo (*Capreolus*), C.
10. Bue (*Bos*), R.
11. Cane (*Canis*), H.
12. Pipistrello (*Rhinolophus*), F.
13. Coniglio (*Lepus*), L.
14. Uomo (*Homo*), M.



QUINDICESIMA CONFERENZA

Membrane embrionali e Circolazione embrionale.

« L'uomo è egli qualche cosa di speciale? Si forma egli forse in guisa affatto diversa dal cane, dall'uccello, dalla rana o dal pesce? Dà egli dunque ragione a coloro che affermano che egli non abbia posto nella natura, nè vera affinità col mondo inferiore della vita animale? Oppure si forma esso in un embrione somigliante e passa per le stesse lente e gradatamente progressive modificazioni? La risposta non è dubbia un istante, nè è stata dubbia per questi ultimi trent'anni. Senza dubbio il modo di formazione ed i primi stadii evolutivi dell'uomo sono identici con quelli degli animali che stanno nella scala zoologica immediatamente sotto di esso; senza nessun dubbio egli è sotto questo rispetto molto più vicino alle scimmie che non le scimmie ai cani ».

Tomaso Huxley (1863).

L'embrione umano e l'embrione dei mammiferi.
I più giovani embrioni umani — Membrane embrionali degli animali.
Serolemma ed amnio — Chorion — Allantoide e placenta.
Sacco vitellino e vescica ombelicale.
Formazione del cuore e dei primi vasi sanguigni.
Circolazione sanguigna dell' embrione.

Contenuto della quindicesima Conferenza.

La struttura di mammifero inerente all'uomo. — L'uomo ha la stessa struttura corporea di tutti gli altri mammiferi ed il suo embrione si sviluppa nella stessa guisa che quello dei vertebrati superiori. — La legge del nesso ontogenetico fra le forme sistematicamente affini. — Applicazione di essa all'uomo. — Figura e grandezza dell'embrione umano nelle prime quattro settimane. — L'embrione dell'uomo nel primo mese del suo sviluppo è conformato in modo quasi completamente uguale a quello di altri mammiferi. — Solo nel secondo mese cominciano poco alla volta a subentrare alcune differenze sensibili. — Gli annessi o membrane dell'embrione umano. — Sacco vitellino o vescica ombilicale. — Allantoide o sacco orinario. — Placenta. — Peduncolo ventrale e particolare placentazione dell'uomo e delle scimmie antropoidi. — Amnio e serolemma (membrana sierosa). — Esoceloma. — Il cuore, i primi vasi sanguigni ed il sangue si formano dal foglietto fibroso-intestinale. — Foglietto vascolare e mesenchima. — Il cuore si distacca dalla parete dell'intestino anteriore. — Abbozzo pari del cuore negli amnioti, cenogenetico. — La prima circolazione sanguigna dell'embrione nell'area germinativa: arterie e vene vitelline. — La seconda circolazione sanguigna embrionale nell'allantoide: arterie e vene ombilicali. — Divisioni dell'embriogenesi umana.

Bibliografia.

Alexander Ecker, *Icones physiologicae. Erläuterungs-Tafeln zur Physiologie und Entwickelungsgeschichte*, 1851-1859; Tav. 25-31.

Albert Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere*, 1861; 2ª ediz. 1884 (pagg. 86 188). Trad. francese; *Embryologie de l'homme et des animaux supérieurs*, Paris 1882.

William Turner, *Some general Observations on the Placenta with especial reference to the Theory of Evolution. Journal of Anat. and Physiol.*, 1877. — *On the Placentation of the Apes with a comparison with that of the Human Female*, 1888 (*Phil. Trans.*, vol. 169).

Van Beneden e Charles Julin, *Recherches sur la formation des annexes foetales chez les Mammifères* (*Archiv. de Biol.*, 1884, vol. V).

C. K. Hoffmann, *Grondtrekken der vergelijkende outwickelings-geschiedenis* (con molti dati bibliografici), 1884.

Oscar Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen*, 1886; 3ª ed., 1890; capitoli X e XIII. Trad. francese: *Traité d'embriologie de l'homme et des vertébrés*, Paris 1891.

Emil Selenka, *Studien über die Entwickelungsgeschichte der Thiere*, 1883-1887 (*I. Maus. II. Nagethiere. III, IV. Opossum*).

A. Fleischmann, *Embryologische Untersuchungen über einheimische Raubthiere*, 1889.

Emil Selenka, *Zur Entwickelung der Affen*, 1890 (*Berlin. Akad. Sitzungsber.*, 48). — *Zur Entstehung der Placenta des Menschen* (*Biol. Centralbl.*, X, 24).

XV.

Signori!

Fra i molti interessanti fenomeni che ci si son presentati nel corso sinora seguito dell'ontogenesi umana rimane fra i più interessanti il fatto che lo sviluppo del corpo umano segua fin dal principio nello stesso preciso modo come nei rimanenti *mammiferi*. Di fatto tutte le speciali particolarità dello sviluppo individuale che distinguono i mammiferi dagli altri animali noi le ritroviamo anche nell'uomo; già la cellula-uovo, colla sua peculiare membrana (*zona pellucida*, fig. 13), mostra in tutti i mammiferi la stessa struttura tipica. Già da molto tempo dalla struttura corporea dell'uomo sviluppato si è ricavata la conclusione che esso nel sistema del regno animale non possa trovare il suo posto naturale che nella classe dei *mammiferi*. Già Linneo nel 1735, nel suo fondamentale « Systema naturae » lo collocò qui insieme colle *scimmie* in uno stesso ordine dei *primates*. Dall'embriologia comparata questa posizione viene assolutamente confermata. Noi ci convinciamo che anche nello sviluppo embrionale, come nella struttura anatomica, l'uomo si comporta in modo affatto simile ai mammiferi superiori e sopratutto alle scimmie. Se noi ora, applicando la legge biogenetica fondamentale, cerchiamo di comprendere la ragione di questa concordanza ontogenetica allora ne risulta semplicemente e necessariamente la discendenza dell'uomo da altre forme di mammiferi. La comune origine dell'uomo e dei rimanenti mammiferi da un unico antichissimo stipite primitivo non ci può dunque più essere dubbia, e tantomeno la *stretta consanguineità dell'uomo colle scimmie.*

La corrispondenza essenziale nel complesso della forma corporea e nell'interna struttura, dell'embrione dell'uomo e degli altri mammiferi, si conserva ancora persino in quello stadio avanzato di sviluppo in cui il corpo di mammifero è già ben riconoscibile come tale (cfr. tav. VI-IX, seconda serie). Ma in uno stadio alquanto anteriore, nel quale sono già abbozzate le estremità, le arcate branchiali, gli organi dei sensi ecc., noi non possiamo riconoscere gli embrioni dei mammiferi e distinguerli da quelli degli uccelli e dei rettili (tav. VI-IX, serie trasversa superiore). Se noi consideriamo stadii di sviluppo ancora anteriori allora noi non siamo nemmeno in grado di rintracciare qualche differenza essenziale nella struttura corporea fra gli embrioni di questi vertebrati superiori e quelli degli inferiori, anfibii e pesci. Se infine noi retrocediamo sino al formarsi del corpo dai quattro foglietti germinativi secondarii, allora noi siamo stupiti di constatare che questi quattro foglietti sono in tutti i vertebrati gli stessi e si distribuiscono dappertutto nella stessa guisa il còmpito della fabbricazione degli organi fondamentali del corpo. Se noi poi ci interroghiamo sulla provenienza di questi quattro foglietti germinativi secondarii, allora noi troviamo che essi si sviluppano dappertutto nella stessa guisa dei due foglietti germinativi primarii; ora questi ultimi hanno in tutti i metazoi (cioè in tutti gli animali ad eccezione degli unicellulari protisti) lo stesso valore. In ultimo noi vediamo che le cellule che compongono i due foglietti germinativi primarii prendono dovunque la loro prima

origine per via di ripetute divisioni da un'unica semplice cellula della citula o cellula-uovo fecondata.

Su questa notevole concordanza nelle più importanti condizioni embriogenetiche fra l'uomo e gli animali non si potrà mai insistere abbastanza. Noi la utilizzeremo più tardi a favore della nostra *ipotesi della discendenza monofiletica*, cioè dell'origine unica, comune dell'uomo e degli altri metazoi dalla gastrea. I primi accenni delle più importanti parti del corpo ed anzitutto del più antico fra gli organi principali, cioè del canale digerente, sono in origine dappertutto identici; essi appaiono sempre nella stessa semplicissima forma. Invece tutte le particolarità per le quali i diversi gruppi grandi e piccoli del regno animale si distinguono gli uni dagli altri non appaiono se non gradatamente, l'una dopo l'altra, nel corso dello sviluppo embrionale, e cioè tanto più tardi quanto più gli animali in questione stanno vicini nel sistema del regno animale. Questo ultimo fenomeno si può formolare in una legge precisa la quale può in certo modo essere considerata come un'appendice alla nostra legge biogenetica fondamentale. *È la legge del nesso ontogenetico fra le forme animali sistematicamente affini.* Essa suona così: quanto più due animali adulti, sviluppati, sono vicini l'un l'altro pel complesso della loro conformazione corporea, quanto più strettamente essi son dunque legati nel sistema animale, tanto più a lungo rimane anche identica la loro forma embrionale, tanto più lungo è il tempo per cui gli embrioni, le loro forme giovanili, rimangono indistinguibili o distinti solo per caratteri subordinati. Questa legge vale per tutti gli animali la cui ontogenesi è essenzialmente un *riassunto ereditario* della filogenesi, nei quali si è per *palingenesi* ereditata fedelmente la forma primitiva di sviluppo. Dove invece quest'ultima è stata modificata dalla *cenogenesi* od *evoluzione alterata* noi troviamo che quella legge è limitata e cioè tanto più fortemente quanto più l'*adattamento* ha introdotto nuove condizioni di sviluppo (cfr. la I confer., pagg. 15-19) (100).

Se noi ora applichiamo all'uomo questa legge del nesso ontogenetico delle forme sistematicamente (e perciò anche filogeneticamente) affini e, tenendola presente, facciamo passare rapidamente davanti a noi i primi stadii dell'uomo, allora ci colpisce dapprima, al principio dell'embriogenesi, l'identità morfologica della cellula-uovo dell'uomo e dei rimanenti mammiferi (figg. 1, 13). Tutte le particolarità che distinguono l'uovo dei mammiferi le possiede anche l'uovo umano, specialmente quella caratteristica formazione della sua membrana (*zona pellucida*) che lo distingue nettamente dall'uovo di tutti gli altri animali. Quando l'embrione dell'uomo ha raggiunto un'età di quattordici giorni esso forma una vescica blastodermica sferica (o meglio « gastrocisti ») di circa 4 mm. di diametro. Un sito inspessito della sua parete forma uno scudo embrionale semplice, sandaliforme, di 2 mm. di lunghezza (fig. 178). Il lato dorsale di esso ci mostra nella linea mediana la rettilinea doccia midollare limitata dai due rilievi dorsali paralleli o rilievi midollari. Posteriormente essa, per mezzo del canale neurenterico trapassa nell'intestino primitivo o gronda primitiva. Da questa prende le mosse l'estroflessione delle due tasche celomiche nella stessa guisa come nei rimanenti mammiferi (cfr. figg. 93, 94, pag. 178). Subito dopo, nel mezzo dello scudo embrionale sandaliforme, cominciano ad apparire i primi protosegmenti. L'embrione umano a quest'età non si può distinguere da quello di altri mammiferi, per esempio, del coniglio e del cane.

Una settimana più tardi, dunque dopo il lasso di ventun giorni, l'embrione umano ha già raggiunto una lunghezza doppia, ora esso è lungo due linee o circa cinque

millimetri e ci mostra già, visto di fianco, la caratteristica curvatura del dorso, il rigonfiamento dell'estremità cefalica, il primo abbozzo dei tre organi superiori di senso e l'abbozzo delle fessure branchiali le quali traforano i lati del collo (fig. 169, III; tav. IX, fig. MI). Posteriormente dall'intestino è venuto fuori l'allantoide. L'embrione è già interamente ravvolto dall'amnio e non è più connesso che al centro del ventre per mezzo del condotto vitellino colla vescica embrionale la quale si trasforma nel sacco vitellino. Però in questo stadio di sviluppo mancano ancora interamente le estremità o masse articolari; nè di braccia, nè di gambe non vi è ancora traccia. Per vero la estremità cefalica si è già notevolmente differenziata dall'estremità caudale, anche appaiono anteriormente i primi accenni delle ampolle cerebrali e più o meno chiaramente appare disotto all'intestino anteriore il cuore. Ma una vera faccia non è ancora sviluppata. Inoltre noi cerchiamo invano qualche carattere speciale che distingua in questo stadio l'embrione umano da quello degli altri mammiferi (confr. le figure della serie superiore sulle tavole VI-IX) (103).



Fig. 169. — Embrioni umani dalla seconda sino alla quindicesima settimana, in grandezza naturale, visti dal lato sinistro, col dorso convesso rivolto a destra. In massima parte da Ecker.

II. Uomo di 14 giorni; III. Di 3 settimane; IV. Di 4 settimane; V. Di 5 settimane; VI. Di 6 settimane; VII. Di 7 settimane; VIII. Di 8 settimane; XII. Di 12 settimane; XV. Di 15 settimane.

Ancora una settimana più tardi, dopo scorsa la quarta, al 28°-30° giorno di sviluppo, l'embrione umano ha raggiunto una lunghezza di quattro o cinque linee o circa un centim. (fig. 169, IV; tav. IX, fig. MII). Ora noi possiamo chiaramente distinguere il capo colle sue differenti parti: all'interno di esso le cinque primitive ampolle cerebrali (cervello anteriore, cervello mediano, intermedio, posteriore e terminale); alla parte inferiore del capo gli archi branchiali che separano le fessure branchiali; ai lati del capo gli abbozzi degli occhi, un paio di fossette nella cute esterna cui crescono incontro dalla parete laterale del cervello anteriore un paio di semplici vescichette (figg. 170 e 171, *a*). Molto dietro gli occhi, sopra all'ultimo arco branchiale è visibile l'abbozzo vescicolare dell'organo uditivo. Il capo molto grande trapassa con una curvatura molto pronunziata, quasi rettilinea, nel tronco. Questo nel mezzo del lato ventrale è ancora connesso colla gastrocisti, ma l'embrione se n'è già notevolmente staccato cosicchè essa pende già fuori in forma di sacco vitellino. Come la parte anteriore, così anche la parte posteriore del corpo è fortemente incurvata cosicchè l'estremità caudale appuntita è diretta verso il capo.

Il capo sta colla parte facciale interamente abbassata sul tronco ancora aperto. La curvatura presto divien tale che la coda tocca quasi la fronte (fig. 169, V; fig. 171). Allora si possono propriamente distinguere tre o quattro speciali curvature del convesso lato dorsale, cioè una *curva apicale* o « curva cefalica anteriore » nella regione della seconda ampolla cerebrale, una *curva nucale* o « curva cefalica posteriore » a principio del midollo spinale, ed una *curva caudale* alla estremità posteriore. Questa forte curvatura è solo condivisa dall'uomo colle tre classi superiori di vertebrati (gli amnioti), mentre nelle inferiori essa è espressa molto più debolmente o non c'è affatto. L'uomo in quest'età di quattro settimane ha una coda molto vistosa la quale è lunga il doppio della gamba. Gli abbozzi delle estremità sono ora già ben distinti: quattro

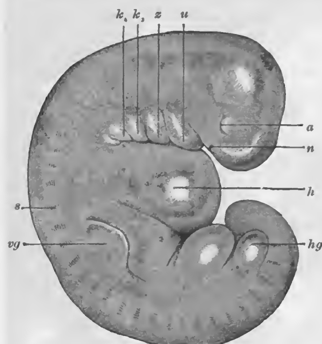


Fig. 170.

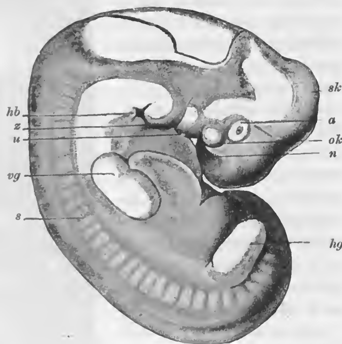


Fig. 171.

Fig. 170. — Giovanissimo embrione umano della quarta settimana, lungo 6 millimetri (preso dall'utero di una suicida otto ore dopo la sua morte). Da Rabl.
n) Fossette nasali; *a*) Occhio; *u*) Mandibola; *z*) Joide; k_3 k_4) Terzo e quarto arco branchiale; *h*) Cuore; *s*) Segmenti primitivi; *vg*) Estremità anteriore (braccio); *hg*) Estremità posteriore (gamba).

Fig. 171. — Embrione umano della metà della quinta settimana, lungo 9 millimetri. Da Rabl.
Lettere come nella fig. 170; inoltre: *sk*) Curva apicale; *ok*) Mascella superiore; *h b*) Insenatura.

semplicissimi bottoni in forma di piastra tondeggiante, un paio di arti anteriori (*v g*) ed un paio di arti posteriori (*h g*), i primi un po' più grandi dei secondi (104).

Se noi apriamo un embrione umano in questa età di un mese (fig. 172) noi troviamo nella cavità del corpo il canal digerente già formato e in gran parte liberato dalla gastrocisti. Anche l'apertura boccale e l'anale sono già presenti. Ma la cavità boccale non è ancor separata dalla cavità nasale e la faccia in generale non è ancora formata. Per contro il cuore mostra già tutte quattro le concamerazioni, esso è molto grosso e riempie quasi tutta la cavità toracica (fig. 172, *ov*). Dietro ad esso son nascosti i piccolissimi inizii dei polmoni. Molto grandi sono i reni primitivi (*m*) che riempiono la massima parte della cavità addominale e vanno dal fegato (*f*) sino all'intestino pelvico. Vedete dunque che ora, al fine del primo mese, tutte le parti essenziali del corpo sono già formate. Tuttavia anche in questo stadio non vi sono ancora caratteri pei quali l'embrione umano si distingua essenzialmente da quello del cane o del

coniglio, del vitello o del cavallo, in breve, da quello di tutti gli altri mammiferi superiori. Tutti questi embrioni hanno ancor ora in complesso la stessa figura e sono tutt'al più differenti da quello dell'uomo per la mole totale o per diversità affatto irrilevanti nella grandezza delle singole parti. Così, per es., il capo è alquanto più grosso relativamente al tronco nell'uomo che non nel vitello. La coda è nel cane alquanto più lunga che nell'uomo. Ma tutte queste, come vedete, sono differenze di minima importanza. Per contro tutta l'interna struttura, la forma, giacitura e composizione delle singole parti del corpo nell'embrione umano di quattro settimane e negli embrioni degli altri mammiferi allo stadio corrispondente sono essenzialmente le stesse.

Altrimenti vanno le cose già nel secondo mese dello sviluppo umano. La fig. 169 rappresenta un embrione umano in VI di 6 settimane, in VII di 7 settimane ed in VIII di 8 settimane, in grandezza naturale. Ora cominciano a manifestarsi gradatamente le differenze che separano l'embrione umano da quello del cane e dei mammiferi inferiori. Già dopo 6 e meglio dopo 8 settimane sono visibili notevoli differenze sopratutto nella conformazione del capo (tav. IX, fig. MIII, ecc.). La grandezza delle singole regioni del cervello è ora più considerevole nell'uomo; la coda per contro appare più breve. Altre differenze fra l'uomo e i mammiferi inferiori si possono trovare nella grandezza relativa di parti interne. Ma anche in questo periodo l'embrione umano è ancora pochissimo differente dall'embrione dei mammiferi più affini, delle scimmie, sopratutto delle

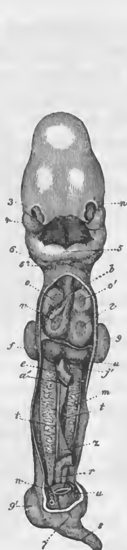


Fig. 172.

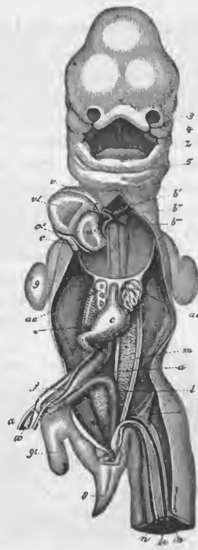


Fig. 173.

Fig. 172. — Embrione umano di quattro settimane dal lato ventrale, aperto.

La parete toracica e la parete addominale sono tagliate via, cosicchè si vede liberamente il contenuto della cavità toracica e della cavità addominale. Inoltre sono allontanati tutti gli annessi (amnio, allantoide, sacco vitellino) come pure la parte mediana del canale digerente. *n*) Occhio; 3) Naso; 4) Mascella superiore; 5) Mascella inferiore; 6) Secondo e 6'') Terzo arco branchiale; *o v*) Cuore (*o*, Atrio destro, *o'*, sinistro; *v*, Ventricolo destro, *v'*, sinistro); *b*) Origine dell'aorta; *f*) Fegato (*u*, Vena ombilicale); *e*) Intestino (coll'arteria vitellina tagliata via in *a'*); *j'*) Vena vitellina; *m*) Reni primitivi; *t*) Abbozzo della ghiandola sessuale; *r*) Intestino terminale (col mesenterio *z* tagliato via); *n*) Arteria ombilicale); *u*) Vena ombilicale; 7) Ano; 8) Coda; 9) Arto anteriore; 9') arto posteriore. Da Coste.

Fig. 173. — Embrione umano di cinque settimane, dal lato ventrale, aperto (come fig. 172).

Le pareti del torace, dell'addome e del fegato sono allontanate. 3) Processo nasale esterno; 4) Mascella superiore; 5) Mascella inferiore; *z*) Lingua; *v*) Ventricolo destro e *v'*) Ventricolo sinistro del cuore; *o'*) Atrio sinistro; *b*) Origine dell'aorta; *b'*, *b''*, *b'''*) Primo, secondo e terzo arco aortico; *c*, *c'*, *c''*) Vene cave; *ae*) Polmoni (*y*, Arteria polmonare); *e*) Stomaco; *m*) Reni primitivi; *j*) Vena vitellina sinistra; *s*) Arteria porta; *a*) Arteria vitellina destra; *n*) Arteria ombelicale; *u*) Vena ombelicale; *x*) Condotto vitellino; *i*) Intestino terminale; 8) coda; 9) arto anteriore; 9') arto posteriore. Il fegato è tolto. Da Coste.

scimmie antropomorfe. I caratteri dai quali noi possiamo subito distinguere l'embrione dell'uomo da quello delle scimmie non si fanno spiccati che più tardi. Persino in uno stadio molto più inoltrato di sviluppo, quando noi possiamo a colpo d'occhio distinguere l'embrione umano da quello degli ungulati, esso è ancora estremamente simile all'embrione delle scimmie superiori. Alla fine anche questi caratteri distintivi appaiono e noi durante gli ultimi quattro mesi della vita embrionale dell'uomo, dal sesto fino al nono mese di gravidanza, possiamo a primo aspetto distinguere l'embrione d'uomo da quello di tutti i rimanenti mammiferi. Allora si manifestano già anche le differenze fra le varie razze umane, sopratutto riguardo alla conformazione del cranio (cfr. tav. XII-XIV).

La spiccata rassomiglianza che perdura lungo tempo fra gli embrioni dell'uomo e quelli delle scimmie superiori scompare del resto molto più presto nelle scimmie inferiori. Si conserva naturalmente più a lungo nelle grandi scimmie antropomorfe (gorilla, scimpanzé, orang, ilobate). La rassomiglianza fisiognomica nella conformazione del viso che ci sorprende in queste scimmie antropoidi va tuttavia sempre più diminuendo coll'avanzare dell'età. Per contro essa si conserva per tutta la vita nelle notevoli *scimmie nasute* (nasichi) di Borneo (fig. 174) il cui naso maestoso e ben conformato farebbe invidia a più d'un uomo cui quest' organo sia riuscito troppo corto. Se si paragona la faccia di questi nasichi con quella di certi uomini particolarmente pitecomorfi (per esempio, della famosa miss Julia Pastrana, fig. 175) quella apparirà di fronte a quest'ultima come uno stadio superiore di evoluzione. Come si sa molti uomini sono d'avviso che appunto nella *conformazione del viso* si rispecchi manifestamente l'« *immagine di Dio* ». Se il nasico condividesse questa strana opinione egli potrebbe vantare maggiori diritti che non gli uomini muniti di naso corto od ottuso (105).


Fig. 174. — Testa del nasico (*Semnopithecus nasicus*) di Borneo. Da Brehm.


Fig. 175. — Capo di miss Julia Pastrana. Da una fotografia di Hintze.

Ora questo differenziamento gradatamente progressivo, la crescente divergenza della forma umana dalla forma animalesca, la quale riposa sulla legge del nesso ontogenetico fra le forme sistematicamente affini, non si estrinseca solo nella forma esterna ma anche nella conformazione degli organi interni. Essa si palesa infine anche nella foggia delle *membrane* ed *annessi* che noi troviamo esternamente attorno all'embrione, e che noi ora considereremo un po' più dappresso. Due di questi annessi, l'*amnio* e l'*allantoide* appartengono solo alle tre classi superiori di vertebrati, mentre il terzo, il sacco vitellino, trovasi nel più dei vertebrati. Questa circostanza è molto importante e ci dà essenziali punti d'appoggio per stabilire l'albero genealogico dell'uomo.

Ora, per quanto riguarda la *membrana esterna dell'uovo* la quale avvolge interamente l'uovo racchiuso nell'utero dei mammiferi, essa nell'uomo si presenta tal quale come nei mammiferi superiori. Originariamente l'uovo, come ricorderete, è avvolto dal jalino *ovolemma* (o *zona pellucida*) privo di struttura (figg. 1, 13). Ma ben presto, già nella prima settimana dello sviluppo, sottentra al suo posto la permanente *membrana villosa* (*chorion*). Questa nasce dalla esterna piega dell'amnio, dal *serolemma*, cioè dalla cosidetta « membrana sierosa » di cui esamineremo tosto la

struttura. Al suo formarsi la « membrana sierosa » è una vescica semplicissima, liscia, chiusa tutt'intorno; essa avvolge l'embrione colle sue appendici come un ampio sacco interamente chiuso; lo spazio intermedio fra i due, pieno di limpido umore acquoso è il *serocoelon* o la cavità interamniotica (« celoma estrafetale »). Ma molto di buon'ora la liscia superficie esterna di questo sacco si copre di molti piccoli villi che essenzialmente sono evaginazioni cave in forma di dita di guanto (figg. 176, 190, *z*, 191). Essi si ramificano e si addentrano in corrispondenti infossature che formano le ghiandole tubulari della mucosa dell'utero materno. Così l'uovo acquista la sua posizione fissa definitiva (figg. 176-181).

Già in uova umane di 8-12 giorni questa membrana esterna dell'uovo, che noi chiameremo per brevità *chorion*, è interamente coperta di piccoli villi e forma una sfera od uno sferoide del diametro di 6-8 millimetri (figg. 176-178). Per l'accumularsi nell'interno di una maggior quantità di liquido, il *chorion* si estende sempre più, cosicchè l'embrione non riempie più che una piccola parte della vescica dell'uovo. Nel tempo stesso i villi del *chorion* si fanno sempre più numerosi e grossi. Le loro divisioni si ramificano maggiormente. Mentre i villi dapprima coprono tutta la superficie, essi più tardi sulla massima parte di essa subiscono un regresso, perciò essi si sviluppano tanto maggiormente in un sito, cioè colà dove dall'allantoide si forma la placenta.

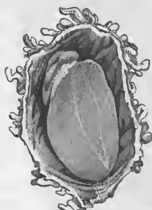


Fig. 176.



Fig. 177.

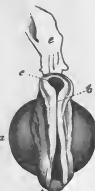


Fig. 178.

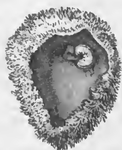


Fig. 179.

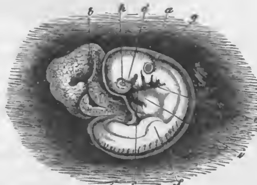


Fig. 180.

Fig. 176. Uovo umano di 12-13 giorni (?). Da Allen Thomson. — 1) Non aperto, in grandezza naturale; 2) Aperto ed ingrandito. All'interno della esterna membrana villosa (*chorion*) giace sulla grande gastrocisti a sinistra superiormente il piccolo ricurvo embrione.

Fig. 177. Embrione umano di 10 giorni, in grandezza naturale ed aperto. Da Allen Thomson. — Nella metà destra, in alto a destra, si vede il piccolo embrione.

Fig. 178. Embrione umano di 10 giorni, preso dall'uovo precedente, ingrandito dieci volte. — *a*) Sacco vitellino; *b*) Regione nucale (dove la doccia midollare è già chiusa); *c*) Parte cefalica (con doccia midollare aperta); *d*) Parte posteriore (con doccia midollare aperta); *e*) un lembo di amnio.

Fig. 179. Uovo umano di 20-22 giorni, in grandezza naturale, aperto. Da Allen Thomson. — L'esterno *chorion* forma un'ampia vescica alla cui parete interna (a destra superiormente) è fissato per un breve cordone ombelicale il piccolo embrione.

Fig. 180. Embrione umano di 20-22 giorni, preso dall'uovo precedente, ingrandito. — *a*) Amnio; *b*) Sacco vitellino; *c*) Processo mandibolare del primo arco branchiale; *d*) Processo mascellare superiore dello stesso; *e*) Secondo arco branchiale (dietro esso due altri minori). Tre fessure branchiali sono nettamente visibili; *f*) Abbozzo dell'arto anteriore; *g*) Vescicola uditiva; *h*) occhio; *i*) cuore.

Se noi apriamo il *chorion* di un embrione umano di tre settimane, noi troviamo al lato ventrale del germe un grande sacco rotondo pieno di liquido. Questo è il *sacco vitellino* o la cosidetta « vescica ombilicale », di cui abbiamo già precedentemente



Fig. 181. — Embrione umano colle sue membrane, di sei settimane.

L'esterna membrana dell'uovo intero è formata dal *chorion* fittamente coperto di villi ramificati e nato dalla membrana sierosa. L'embrione è avvolto dalle sottili pareti del sacco amniotico. Il sacc, vitellino è ridotto ad una piccola " vescicola ombilicale „ piriforme; il tenue peduncolo di questa, il lungo " condotto vitellino „ è incluso nel cordone ombilicale. In quest'ultimo giace dietro al condotto vitellino il molto più breve peduncolo dell'allantoide, la cui lamella interna (foglietto glandulo-intestinale) nel più dei mammiferi costituisce una vistosa vescicola, mentre la lamella esterna si adatta alla parete interna della membrana esterna dell'uovo, e qui forma la placenta (Semischematica).

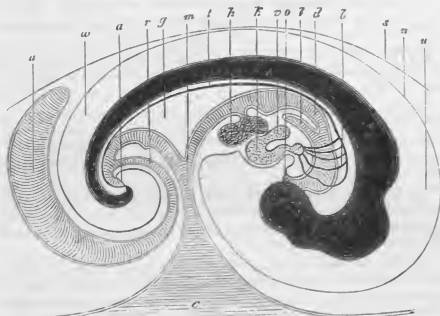


Fig. 182. — Sezione longitudinale mediana dell'embrione di un pulcino (al quinto giorno d'incubazione), visto dal lato destro.

Il capo a destra, la coda a sinistra. Regione dorsale (episoma) nera, con faccia dorsale convessa. *d*) Intestino; *o*) Bocca; *a*) Ano; *h*) Fegato; *g*) Mesenterio; *l*) Polmone; *v*) Atrio del cuore; *k*) Ventricolo del cuore; *b*) Arco arterioso; *t*) Aorta; *c*) Sacco vitellino; *m*) Condotto vitellino; *u*) Allantoide; *r*) Peduncolo dell'allantoide; *n*) Amnio; *w*) Cavità dell'amnio; *s*) Membrana sierosa. Da Baer.

studiata l'origine. Quanto più vien grosso l'embrione, tanto più piccolo diventa invece il sacco vitellino. Più tardi il suo residuo non appare più che come una piccola vescicola piriforme la quale, fissata ad un lungo e sottile peduncolo, pende fuori dall'aperto ventre dell'embrione (fig. 181). Questo peduncolo è il cordone vitellino e, dopo la chiusura dell' ombilico, viene in ultimo staccato dal corpo. La parete della vescicola ombilicale risulta, come ricorderete, di una lamella interna, il foglietto glandulo-intestinale, e da una lamella esterna, il foglietto fibroso-intestinale. Essa è dunque costituita dagli stessi elementi della parete intestinale e forma di fatto una diretta continuazione di essa. Negli uccelli e nei rettili, dove il sacco vitellino è molto maggiore, esso contiene una notevole quantità di materiale nutritivo, materie albuminoidi ed adipose. Queste penetrano per mezzo del condotto vitellino nella cavità intestinale e servono alla nutrizione; lo stesso accade negli ovipari monotremi. Nei rimanenti, vivipari, mammiferi il sacco vitellino ha molto minor importanza per la nutrizione dell' embrione e si riduce già molto di buon'ora.

Dietro al sacco vitellino si forma già per tempo al ventre dell' embrione una seconda appendice che per esso ha molto maggior importanza. Questa è l' *allantoide* o il

« sacco orinario primitivo », importante organo embrionale che non si incontra se non nelle tre classi superiori di vertebrati. In tutti gli animali l'allantoide si produce molto per tempo alla estremità posteriore del canal digerente dalla cavità dell'intestino pelvico (figg. 182, *r, u*; 183, ALC). Esso è da interpretarsi come un prolungamento della *vescica orinaria degli anfibii* la quale nei *protamnioti* che da essi sono derivati (negli stipiti degli amnioti) è cresciuta fuori dal celoma dell'embrione per prendere omai parte alla nutrizione di quest'ultimo. Il suo primo inizio appare come una piccola vescicola al margine della cavità dell'intestino pelvico, esso rappresenta una evaginazione dell'intestino e perciò ha egualmente una parete formata di due foglietti (come il sacco vitellino). La cavità di questa vescicola è rivestita del foglietto glandulo-intestinale e l'esterna lamella della parete è formata dal foglietto fibroso-intestinale inspessito. La vescichetta si fa sempre più grande e cresce a formare un vistoso sacco pieno di liquido nella cui parete si sviluppano grandi vasi sanguigni. Presto essa raggiunge la parete interna della cavità dell'uovo e là si espande sulla superficie interna del *chorion* (fig. 183, ALC). In molti mammiferi l'allantoide diventa così grande da includere in ultimo l'intero embrione colle sue altre appendici come un ampio invoglio e da estendersi su

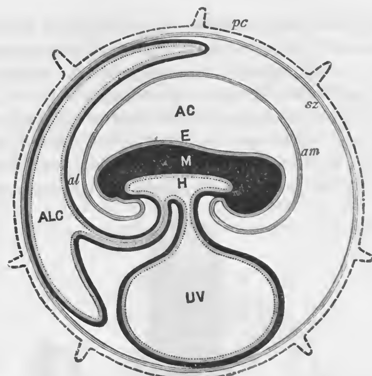


Fig. 183. — Schema degli organi embrionali del mammifero (membrane ed annessi embrionali). Da Turner.

E, M, H, Foglietto germinativo esterno, mediano ed interno dello scudo embrionale il quale è immaginato in sezione longitudinale mediana, visto dal lato destro; *am*, Amnio; *AC*, Cavità dell'amnio; *UV*, Sacco vitellino o vescica ombilicale; *ALC*, Allantoide; *al*, Pericelomia o seroceloma (cavità interamniotica); *sz*, serolemma (o membrana sierosa); *pc*, *prochorion* (con villi).

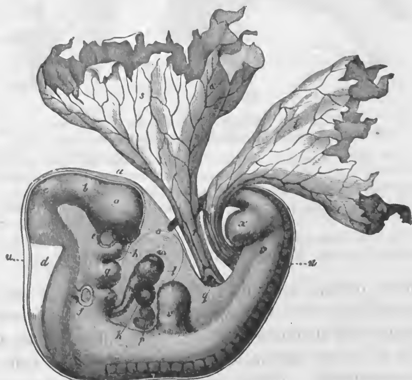


Fig. 184. — Embrione di cane, dal lato destro.

a) Prima, *b*) Seconda, *c*) Terza, *d*) Quarta ampolla cerebrale; *e*) Occhio; *f*) Vescicola uditiva; *gh*) Primo arco branchiale (*g*, Mascella inferiore, *h*, superiore); *i*) Secondo arco branchiale; *klm*, Cuore (*k*, Atrio destro, *l*, Ventricolo destro, *m*, sinistro); *n*) Origine dell'aorta; *o*) Pericardio; *p*) Fegato; *q*) Intestino; *r*) Condotto vitellino; *s*) Sacco vitellino (lacerato); *t*) Allantoide (lacerato); *u*) Amnio; *v*) Arto anteriore; *x*) Arto posteriore. Da Bischoff.

tutta la superficie interna della membrana dell'uovo. Se si taglia un tale uovo si penetra dapprima in una grande cavità piena di liquido: questa è la cavità dell'allantoide, e solo quando si è scostato questo invoglio si arriva alla vescica amniotica la quale include il vero corpo dell'embrione.

L'ulteriore evoluzione dell'*allantoide* mostra nelle tre sottoclassi dei *mammiferi* importanti differenze. Le due sottoclassi inferiori, monotremi e marsupiali, conservano ancora la più semplice struttura dei rettili loro antenati. La parete dell'allantoide e del serolemma che lo riveste rimane qui, come anche negli uccelli, liscia e priva di villi. Per contro nella terza sottoclasse dei mammiferi il serolemma dà origine mediante estroflessioni della sua superficie esterna a numerosi villi cavi e perciò vien chiamata « membrana villosa » (*chorion* o *mallo-chorion*). Il foglietto fibroso-intestinale dell'allantoide, riccamente munito di diramazioni dei vasi ombelicali, penetra in questi villi serosi del « chorion primario » e forma così un « chorion secondario ». I vasi sanguigni embrionali di esso vengono in intimo rapporto coi vicini vasi sanguigni materni del circostante utero (*uterus*) e così nasce quel potente apparato nutritore dell'embrione che si designa col nome di *placenta*.



Fig. 185. — Embrione di cane, di 25 giorni, visto dalla faccia ventrale, aperto (come figg. 172 e 173).

La parete toracica e l'addominale sono tolte. *a*) Fosse nasali; *b*) Occhi; *c*) Mascella inferiore (primo arco branchiale); *d*) Secondo arco branchiale; *efgh*) Cuore (*e*, atrio destro, *f*, sinistro, *g*, ventricolo destro, *h*, sinistro); *i*) Aorta (origine); *kk*) Fegato (in mezzo, fra i due lobi la vena vitellina sezionata); *l*) Stomaco; *m*) Intestino; *n*) Sacco vitellino; *o*) Reni primitivi; *p*) Allantoide; *q*) Arti anteriori; *r*) Arti posteriori. Il curvo embrione è qui disteso. Da Bischoff.

Il peduncolo dell' allantoide, che connette l'embrione colla placenta e conduce potenti vasi sanguigni ombilicali dal primo alla seconda, viene rivestito dall'amnio e costituisce insieme con questa guaina amniotica e col peduncolo del sacco vitellino il cosidetto *cordone ombilicale* (fig. 186, *al*). Pel fatto che la potente rete vascolare sanguigna dell'allantoide fetale si adatta intimamente alla mucosa materna dell'utero e che la parete intermedia fra i vasi sanguigni della madre e del figlio si assottiglia notevolmente, si origina quel rimarchevole apparato nutritore del corpo del feto che è caratteristico dei *placentali* (*placentalia* o *choriata*); sulla speciale importanza di esso ritorneremo più tardi (cfr. confer. XXIII).

Nei singoli ordini dei mammiferi la placenta subisce molte trasformazioni le quali in parte hanno grande importanza filogenetica e sono utilizzabili dalla sistematica. Non rileveremo qui che una di esse, l'importante fatto, stabilito solo l'anno scorso da Selenka, che cioè *la particolare placentazione dell'uomo non si ritrova che nelle*

scimmie antropoidi. In questo gruppo superiore di mammiferi il piccolo allantoide perde di buon'ora la sua cavità ed allora subisce, insieme coll'amnio, delle modificazioni affatto singolari. Il cordone ombilicale si sviluppa qui da un cosidetto « peduncolo ventrale ». Solo fino a poco tempo fa si considerava quest'ultimo come una produzione affatto speciale unicamente propria dell'uomo. Ora sappiamo dal Selenka che questo famoso peduncolo ventrale non è altro che il peduncolo dell'allantoide unito col prolungato peduncolo dell'amnio e col rudimentale peduncolo del sacco vitellino. La stessa precisa struttura che si trova nell'uomo esso la mostra anche nell'orang, nel scimpanzé e nel gorilla; non è dunque una prova contraria ma una nuova *testimonianza decisiva della stretta consanguineità fra le scimmie antropoidi e l'uomo.*

L'allantoide ha dunque per la genealogia dell'uomo un triplice interesse: primo perchè questo annesso nelle classi inferiori dei vertebrati manca affatto e non giunge a sviluppo che nelle tre classi superiori di questo tipo, nei rettili, uccelli e mammiferi; secondariamente perchè dall'allantoide non si sviluppa la placenta se non nei placentali cioè nei mammiferi superiori e nell'uomo, non già nei mammiferi inferiori (marsupiali e monotremi); in terzo luogo infine perchè le rimarchevoli peculiarità della placentazione umana non si ritrovano che nelle scimmie antropoidi mancando nei rimanenti placentali.

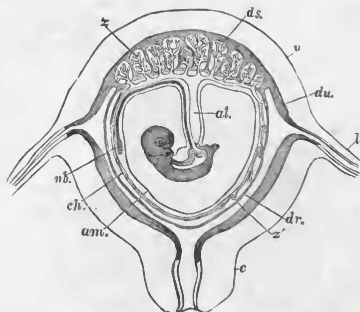


Fig. 186. — Sezione frontale schematica attraverso ad un utero umano gravido. Da Longet.

L'embrione è sospeso al cordone ombilicale che include il peduncolo dell'allantoide *a l*; *n b*) Vescica ombilicale; *a m*) Amnio; *c h*) *Chorion*; *d s*) *Decidua serotina*; *d v*) *Decidua vera*; *d r*) *Decidua reflexa*; *z*) Villi della placenta; *c*) *Cervix uteri*; *u*) Utero.

Come l' allantoide, appartiene alle particolarità più caratteristiche delle tre classi superiori di vertebrati anche il terzo già ricordato annesso dell'embrione, cioè l'amnio. Abbiamo già imparato a conoscere l'amnio trattando dello staccarsi dell'embrione dalla gastrocisti (pag. 224). Noi avevamo trovato che le pareti di essa si sollevano in giro attorno al corpo embrionale in forma di una piega circolare. Anteriormente questa piega risalta notevolmente in forma di una « cappa o guaina cefalica » (fig. 188, *k s*); all'indietro essa si solleva pure notevolmente in forma di « cappa o guaina caudale » (*s s*); lateralmente, a destra e sinistra, questa ripiegatura è al principio più bassa e si chiama qui « cappa o guaina laterale » (fig. 192). Tutte queste « cappe o guaine » non sono che parti di una piega circolare continua che circonda l'embrione. Questa diviene sempre più alta, si eleva come un grande vallo circolare ed infine si incurva a mo' di grotta al di sopra del corpo dell'embrione. I margini di questa piega circolare si toccano e si saldano l'uno coll'altro (fig. 193). Così l'embrione viene in ultimo a giacere in un sacco a pareti sottili che è ripieno di liquido ammiotico (figg. 190, 191, *a h*).

Dopo che è avvenuta la completa chiusura di questo sacco, la lamella interna della piega, la quale forma la vera parete del sacco amniotico, si separa completamente

dalla lamella esterna. Quest'ultima si applica internamente contro alla membrana esterna dell'uovo cioè al « prochorion », la respinge e costituisce oramai da se stessa l'esterna membrana definitiva dell'embrione, descritta dal Baer sotto il nome di « *membrana serosa* ». Questo serolemma risulta, come la sottile parete del sacco amniotico, di due strati: il foglietto neurale ed il parietale. Per vero quest'ultimo è qui

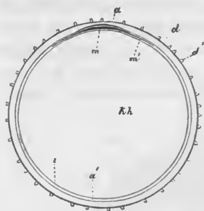


Fig. 187.

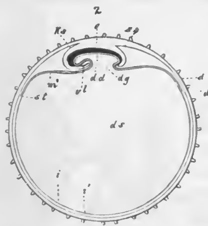


Fig. 188.

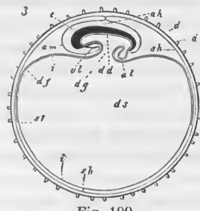


Fig. 190.

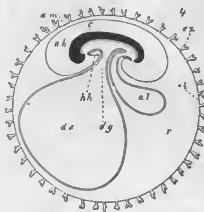


Fig. 189.

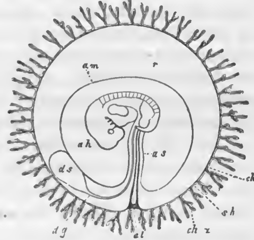


Fig. 191.

Cinque sezioni longitudinali schematiche dell'embrione di mammifero in via di maturazione e dei suoi invogli.

Nelle figure 187-190 la sezione longitudinale passa pel piano sagittale o piano mediano del corpo che divide la metà destra dalla sinistra; nella fig. 191 l'embrione è visto dal fianco sinistro; nella fig. 187 il *prochorion* (*d*) rivestito di villi (*d'*) avvolge la gastrocisti la cui parete risulta dai due foglietti germinativi primarii. Fra il foglietto germinativo esterno (*a*) e l'interno (*i*) si è sviluppato nella regione dell'area germinativa il foglietto medio (*m*). Nella fig. 188 l'embrione (*e*) comincia a liberarsi dalla gastrocisti (*d s*) mentre attorno ad esso si eleva in giro il vallo della ripiegatura amniotica (anteriormente in forma di guaina cefalica, *h s*; posteriormente di guaina caudale, *s s*). Nella fig. 189 i margini della ripiegatura amniotica (*a m*) si incontrano in alto sopra al dorso dell'embrione e così formano la cavità amniotica (*a h*); mentre l'embrione (*e*) si stacca maggiormente dalla gastrocisti (*d s*) nasce il canale intestinale (*d d*) dalla cui estremità posteriore cresce fuori l'allantoide (*a l*). Nella fig. 190 l'allantoide (*a l*) si fa più grande, il sacco vitellino (*d s*) più piccolo. Nella fig. 191 l'embrione mostra già le fessure branchiali e gli abbozzi delle due paia di gambe; il *chorion* ha prodotto dei villi ramificati. In tutte le cinque figure significa: *e*) Embrione; *a*) Foglietto germinativo esterno; *m*) Foglietto medio; *i*) Foglietto interno; *a m*) Amnio; (*ks*, guaina cefalica; *s s*, guaina caudale); *ah*) Cavità amniotica; *a s*) Guaina amniotica del cordone ombelicale; *k h*) Gastrocisti; *d s*) Sacco vitellino (vescica ombelicale); *dg*) Condotto vitellino; *d f*) Foglietto fibroso-intestinale; *d d*) Foglietto glandulo-intestinale; *a l*) Allantoide; *v l* = *h h*) Regione del cuore; *d*) Membrana vitellina (ovolemma o *prochorion*), *d'*, suoi villi; *s h*) Membrana serosa (serolemma), *s z*, suoi villi; *ch*) Membrana villosa o *chorion*, *c h z*, suoi villi; *s t*) Vena terminale; *r*) Pariceloma o seroceloma (la cavità piena di liquido fra l'amnio e il *chorion*). Da Kölliker. Confrontare la tavola V, figure 14 e 15.

molto sottile; si può però ancora chiaramente riconoscere che esso è una diretta continuazione del foglietto fibroso-cutaneo. Com'è naturale, dato il processo della ripiegatura, il foglietto mediano parietale nel serolemma è diretto all'interno, nell'amnio

invece all'esterno. Lo spazio intermedio fra esso e l'allantoide è il periceloma o cavità interamniotica (il celoma estraembrionale, fig. 183, *a l*).

Delle tre appendici vescicolari dell'embrione degli amnioti che abbiamo or ora studiate, l'amnio non ha in nessun periodo della sua esistenza dei vasi sanguigni. Per contro le due altre vesciche, sacco vitellino ed allantoide, sono provviste di potenti vasi sanguigni che permettono la nutrizione del corpo embrionale. Qui sarebbe il momento di dir qualche cosa sulla *prima circolazione sanguigna dell'embrione* in

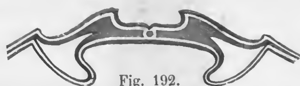


Fig. 192.

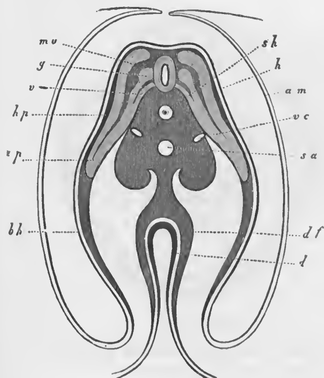


Fig. 193.

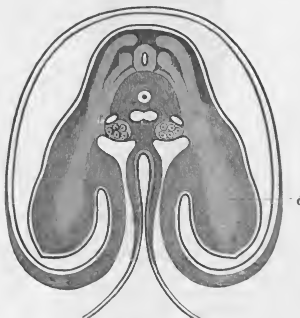


Fig. 194.

Fig. 192. — Sezione trasversa dell'embrione d'un pulcino (alquanto dietro alla porta intestinale anteriore) alla fine del primo giorno d'incubazione.

Superiormente sta la doccia midollare, inferiormente la doccia intestinale ancora largamente aperta. Ai due lati è visibile l'abbozzo della cavità del corpo fra il foglietto fibroso-cutaneo ed il foglietto fibroso-intestinale. A destra e a sinistra di essa, esternamente, cominciano a sollevarsi le cappe laterali dell'amnio. Da Remak.

Fig. 193. — Sezione trasversa dell'embrione di un pulcino nella regione ombilicale (al quinto giorno d'incubazione).

Le pieghe dell'amnio (*am*) superiormente, sopra al dorso dell'embrione, sono quasi a contatto. L'intestino (*d*) inferiormente ancora aperto passa nel sacco vitellino. *df*) Foglietto fibroso-intestinale; *sh*) Corda; *sa*) Aorta; *vc*) Vene cardinali; *bh*) Parete addominale non ancor chiusa; *v*) Radice anteriore; *g*) Posteriore dei nervi rachidei; *mu*) Lamina muscolare; *hp*) Lamina dermica; *h*) Lamina cornea. Da Remak.

Fig. 194. — Sezione trasversa dell'embrione d'un pulcino nella regione scapolare (al quinto giorno d'incubazione).

La sezione passa attraverso gli abbozzi degli arti anteriori od ali (ε). Le pieghe amniotiche superiormente, sopra al dorso dell'embrione, si sono interamente saldate insieme. Da Remak. Confrontare del resto le figure 191, 192 e 193; come pure Tav. V, fig. 14.

generale e sull'organo centrale di essa, cioè sul *cuore*. I primi vasi sanguigni ed il cuore, come pure il sangue stesso, si sviluppano dal *foglietto fibroso-intestinale*. Perciò quest'ultimo fu appunto dagli antichi embriologi anche chiamato « foglietto vascolare ». Questa denominazione in un certo senso è interamente esatta. Solo non bisogna intenderla nel senso che tutti i vasi sanguigni del corpo derivino da questo foglietto o che

l'intero foglietto vascolare non sia impiegato che alla formazione dei vasi sanguigni. Tale non è il caso. Vasi sanguigni possono formarsi indipendentemente anche in altre parti, specialmente nei diversi prodotti del foglietto fibroso-cutaneo. Il tessuto che compone i vasi sanguigni appartiene a quei prodotti secondarii del mesoderma che non si sfaldano in forma di lamine epiteliari ma invece possono apparire dovunque in

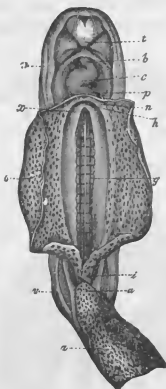


Fig. 195.

Embrione umano da 14 a 18 giorni aperto dal lato ventrale.

Sotto all'appendice frontale del capo (*t*) si vede nella cavità pericardica (*p*) il cuore (*c*) colla base dell'aorta (*b*). Il sacco vitellino (*o*) è in massima parte tolto (in *x* sbocco dell'intestino anteriore); *g*) Aorte primitive (collocate sotto le proto-vertebre); *i*) Intestino terminale; *a*) Allantoide (*u*, il suo peduncolo); *v*) Amnio. Da Coste.

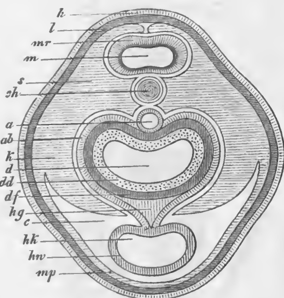


Fig. 196.

Sezione trasversale schematica pel capo di un embrione di mammifero.

h) Lamina cornea; *m*) Tubo midollare (ampolla cerebrale); *m r*) Sua parete; *l*) Lamina dermica; *s*) Abbozzo del cranio; *c h*) Corda; *k*) Arco branchiale; *m p*) Lamina muscolare; *c*) Cavità cardiaca, parte anteriore della cavità del corpo (celoma); *d*) Tubo intestinale; *d d*) Foglietto glandulo-intestinale; *df*) Lamina muscolo-intestinale; *h g*) Mesenterio cardiaco; *h w*) Parete del cuore; *h k*) Ventricolo del cuore; *a b*) arco aorlico; *a*) sezione del tronco aortico.

lacune fra i prodotti epiteliali dei foglietti germinativi e che dall'Hertwig sono distinti sotto il concetto di foglio intermedio o *mesenchima*. L'interno epitelio vascolare sembra tuttavia nascere dall'entoderma.

Il cuore ed i vasi sanguigni, come in genere tutto il sistema vascolare, non sono affatto fra le parti più antiche dell'organismo animale. Già Aristotele aveva ammesso che il cuore nel pulcino incubato venisse formato prima di tutte le altre parti, e molti scrittori posteriori avevano condivisa questa veduta. Tale tuttavia non è affatto il caso. Piuttosto le parti più importanti del corpo, come i quattro foglietti germinativi secondarii, il tubo midollare e la corda dorsale, si sono già da molto tempo formate prima che appaia la prima traccia di vasi sanguigni. Questo fatto, come vedremo più tardi, è affatto d'accordo colla filogenesi del regno animale. Gli animali inferiori o *celenterii*

(gastreadi, cnidari, platodi), ai quali appartiene anche una parte dei nostri più antichi antenati animali, non hanno nè sangue, nè cuore.

I primi vasi sanguigni dell'embrione dei mammiferi voi li conoscete già dalle sezioni trasverse che abbiamo studiate (figg. 138-141). Essi sono: primo, le due *arterie primitive* od « aorte primitive » le quali giaciono nelle strette fessure longitudinali fra le protovertebre, le lamine laterali ed il foglietto glandulo-intestinale (figg. 131, *ao*; 138, *ao*) e, in secondo luogo, le due *vene principali* o « vene cardinali » che appaiono alquanto più tardi esternamente alle prime, al disopra dei condotti pronefridiali (figg. 139-146, *vc*).

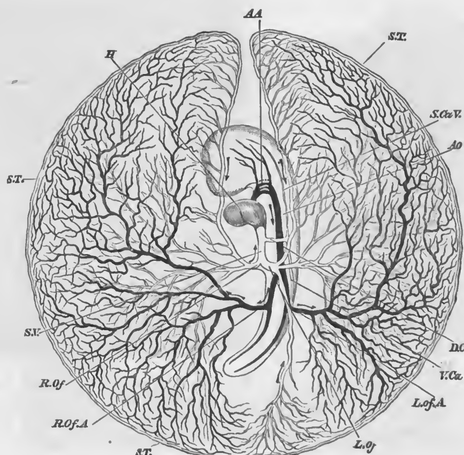


Fig. 197. — Vasi vitellini nell'area germinativa dell'embrione di pulcino al fine del terzo giorno d'incubazione. Da Balfour.

L'area germinativa isolata è vista dal lato ventrale, le arterie sono segnate in nero, le vene sono chiare. *H*, Cuore; *A A*, Arco aortico; *Av*, Tronco aortico; *R Of A*, Arteria vitellina destra; *S T*, *Sinus terminalis*; *L Of* ed *R Of*, Vena vitellina destra e sinistra; *SV*, *Sinus venosus*; *DC*, *Ductus Cuvieri*; *SCaV* e *VCa*, Vena cardinale anteriore e posteriore.

Nella stessissima guisa ed in connessione con questi primi vasi nasce dal foglietto fibroso-intestinale anche il *cuore* e precisamente dalla parete inferiore dell'intestino anteriore molto innanzi sotto la gola dove il cuore rimane nei pesci per tutta la vita. Il cuore dei vertebrati in origine non è altro che una dilatazione locale di quel vaso venoso ventrale che scorre alla parete inferiore dell'intestino e che noi conosciamo già nel nostro provertebrato sotto il nome di vena *principale* (figg. 95, 97, *v*). Il semplice cuore fusiforme che qui bisogna ammettere al limite fra capo e tronco appare nello stesso sito, subito dietro all'intestino branchiale, anche negli embrioni dei cranioti, così nei ciclostomi (tav. XI, fig. 16, *h*) e nei pesci. Per le contrazioni della sua parete muscolare il sangue venoso condotto dalla vena subintestinale viene spinto nell'arteria branchiale (al lato inferiore dell'intestino branchiale).

Anche negli anfibii questo semplice abbozzo del cuore è *impari*. Negli amnioti invece il primo abbozzo si presenta *pari*, in forma di due distinte metà cardiache (fig. 127, *h*). Ma presto le due metà si accostano e si fondono nella linea mediana ventrale a formare un semplice tubo impari. Quell'inizio pari è un fenomeno *cenogenetico* posteriore determinato dall'espandersi dello scudo embrionale sulla voluminosa vescica vitellina.

Il semplice abbozzo fusiforme del cuore che si stacca dalla parete ventrale dell'intestino cefalico risulta dai due foglietti germinativi della parete intestinale,

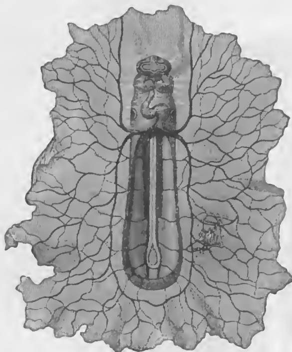


Fig. 198.
Embrione a barchetta del cane, dalla faccia ventrale, ingrandito circa 10 volte.

Anteriormente, sotto alla fronte, è visibile il primo paio di archi branchiali; disotto il cuore incurvato ad S, presso il quale giaciono lateralmente le due vescicole uditive. All'indietro il cuore si divide nelle due vene vitelline che si espandono nell'area germinativa (che in giro è dilacerata). In fondo all'aperta cavità addominale, fra le protovertebre, giaciono le aorte primitive dalle quali partono cinque paia di arterie vitelline. Da Bischoff.



Fig. 199. — Scudo embrionale ed area germinativa di un coniglio in cui appare il primo accenno dei vasi sanguigni, visto dalla faccia ventrale, ingrandito circa 10 volte.

L'estremità posteriore del semplice cuore (*a*) si divide in due grandi vene vitelline, le quali formano una rete vascolare sull'area germinativa opaca (che sul fondo nero appare chiara). All'estremità cefalica si vede il cervello anteriore colle due vesciche oculari (*b*, *b*). Il centro scuro dell'embrione è la cavità intestinale largamente aperta. Da ambo i lati della corda si vedono dieci protovertebre. Da Bischoff.

entrando a far parte del tubo cardiaco una piccola evaginazione del foglietto glandulo-intestinale. Da questa si origina l'*endocardio*, l'interno rivestimento cellulare epiteliale del cuore. Per contro la sua fitta parete muscolare, il *miocardio*, viene formata dalle cellule del foglietto fibroso-intestinale cioè del foglietto mediano viscerale. Da questo si producono altresì le rosse cellule sanguigne come pure i primi abbozzi di vasi che sono connessi col cuore. Anche questi sono dapprima cordoni cellulari rotondi, massicci, poi essi si fanno cavi pel prodursi di liquido nel loro asse. Singole cellule si staccano, nuotano liberamente nella cavità e così diventano cellule sanguigne. Ciò vale tanto per le *arterie* (che conducono via il sangue dal cuore) quanto per le *vene* (che riconducono il sangue al cuore). Le cellule sanguigne bianche (cellule linfatiche o

leucociti) sono cellule migranti che sembrano nascere liberamente nel mesenchima e penetrare solo secondariamente nei vasi sanguigni.

In principio il cuore di tutti i vertebrati giace nella parete ventrale dello stesso intestino cefalico o nel mesenterio ventrale (o cardiaco) pel quale questo è connesso per un certo tempo colla parete del corpo. Presto però il cuore si stacca dal suo luogo di origine ed oramai viene a trovarsi libero in una cavità detta *cavità pericardica* (fig. 196, *c*). Per breve tempo esso è ancora connesso colla parete per mezzo della sottile lamina del *mesocardio* o mesenterio cardiaco (*h g*). In seguito esso giace affatto libero nella cavità pericardica e non è più connesso colla parete del corpo se non per mezzo dei tronchi vascolari che partono da esso (fig. 196).

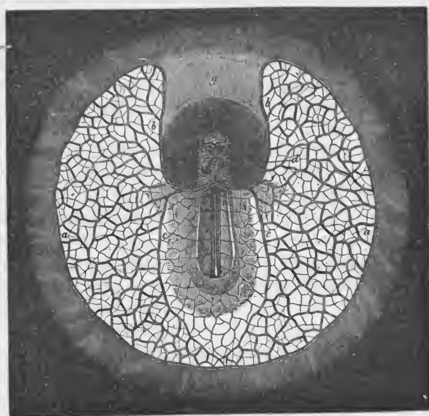


Fig. 200. — Scudo embrionale ed area germinativa di un coniglio in cui il primo sistema di vasi sanguigni è interamente compiuto, dalla faccia ventrale, ingrandito circa 5 volte.

L'estremità posteriore del cuore incurvato ad S (*d*) si divide in due grandi arterie vitelline ognuna delle quali manda un ramo anteriore (*b*) od un ramo posteriore (*c*). I capi di esse si riuniscono nella vena marginale anulare (*a*). Nell'area germinativa è visibile la rete venosa più grossolana (più profonda) e la rete arteriosa più fina (più superficiale). Le arterie vitelline (*f*) sboccano nelle due aorte primitive (*e*). L'area opaca che circonda il capo come un'aureola corrisponde all'incavo del cappuccio cefalico. Da Bischoff.

L'estremità anteriore del fusiforme tubo cardiaco, che presto assume l'aspetto ricurvo di un' S (fig. 198), si biforca in un tronco destro ed un tronco sinistro. Questi due tubi in alto sono curvati ad arco e rappresentano le due prime arcate aortiche. Essi salgono nella parete dell'intestino anteriore che in certo modo circondano ed allora si riuniscono superiormente, sulla parete dorsale della cavità intestinale cefalica, formando un grande tronco arterioso impari che scorre verso l'indietro immediatamente sotto alla corda dorsale e vien detto tronco delle aorte (fig. 197, *t o*). Il primo paio di archi aortici sale contro la parete interna del primo paio di archi branchiali giacendo così tra il primo arco branchiale (*k*) all'esterno e l'intestino anteriore (*d*) all'interno, precisamente come tali archi vascolari si conservano per tutta la vita nei

pesci adulti. Il tronco aortico impari che si origina dall'unione dorsale di questi due primi archi vascolari si biforca dinuovo subito dopo in due rami paralleli che scorrono all'indietro ai due lati della corda. Questi sono le « aorte primitive » che già conoscete e che si chiamano anche *arterie vertebrali posteriori.* Ora questi due tronchi arteriosi posteriormente mandano dai due lati ad angolo retto 4-5 rami che dal corpo embrionale vanno su nell'area germinativa e si chiamano arterie *omfalo-mesenteriche* od *arterie vitelline.* Esse rappresentano il primo inizio della circolazione nell'area germinativa. La prima formazione di vasi parte dunque dal corpo dell'embrione e si estende sino al margine dell'area germinativa. Dapprima i vasi restano limitati all'*area opaca* cioè alla cosidetta *area vasculosa;* più tardi però essi si estendono su tutta la superficie della gastrocisti. In ultimo tutto quanto il sacco vitellino appare ricoperto da una rete vascolare. Questi vasi sanguigni hanno il còmpito di raccogliere materiali nutritivi dal contenuto del sacco vitellino e condurli al corpo embrionale. Ciò avviene per mezzo di vene e di vasi efferenti che dapprima dall'area germinativa e poi dal sacco vitellino penetrano nell'estremità posteriore del cuore. Queste vene si chiamano *vene vitelline;* esse vengono anche chiamate sovente *vene omfalo-mesenteriche* (cioè vene ombilico-mesenteriche).

La prima circolazione sanguigna dell'embrione (figg. 197-200) mostra dunque nelle tre classi superiori di vertebrati questa semplice disposizione: il semplicissimo cuore fusiforme (fig. 200, *d*) si divide tanto all'avanti che all'indietro in due vasi. I vasi posteriori sono le vene vitelline afferenti. Esse prendono sostanza nutritiva dalla gastrocisti o dal sacco vitellino e la conducono al corpo dell'embrione. I vasi anteriori sono le arterie efferenti degli archi branchiali le quali, in forma di archi aortici risalenti, cingono l'estremità anteriore dell'intestino e si riuniscono nel tronco aortico. Dai due rami che nascono dal biforcarsi di quest'arteria principale, dalle « aorte primitive », partono a destra e sinistra le arterie vitelline le quali escono dal corpo dell'embrione e passano nell'area germinativa. Qui e nella periferia della vescica ombilicale si distinguono due strati di vasi, lo strato superficiale delle arterie e lo strato inferiore delle vene. I due strati sono insieme connessi. Dapprima questo sistema vascolare è solo esteso sulla periferia dell'area germinativa sino al margine di essa. Qui al margine dell'area opaca vascolare tutti i rami si riuniscono in una grande vena marginale (*vena terminale*, fig. 200, *a*). Più tardi questa vena scompare, quando nel corso dello sviluppo la formazione dei vasi è progredita, ed allora i vasi vitellini ricoprono tutto il sacco vitellino. Coll'atrofizzarsi della vescicola ombilicale si atrofizzano naturalmente anche questi vasi i quali hanno importanza solo nei primi tempi della vita embrionale.

Al posto di questa prima circolazione vitellina sottentra più tardi la seconda circolazione dell'embrione, quella dell'*allantoide.* Si sviluppano cioè, parimente dal foglietto fibroso intestinale, potenti vasi sanguigni sulla superficie del sacco orinario primitivo od allantoide. Questi vasi si fanno sempre più grossi e sono intimamente connessi coi vasi che si sviluppano nel corpo stesso dell'embrione. Così la secondaria circolazione dell'allantoide sottentra poco alla volta alla primaria circolazione vitellina. Dopo che l'allantoide è cresciuto sino a trapassare la parete interna del chorion e si è trasformato nella placenta, ai soli vasi di esso incombe la nutrizione dell'embrione. Essi si chiamano *vasi ombilicali* e sono originariamente doppi: un paio di arterie ombilicali e un paio di vene ombilicali. Le due *vene ombilicali* (figg. 172, *u* e 173, *u*), che conducono il sangue dalla placenta al cuore sboccano in principio nelle vene

QUATTORDICESIMA TABELLA

Specchio delle lamine embrionali dei Vertebrati e del loro significato riguardo agli organi e tessuti embrionali.

FOGLIETTI GERMINATIVI Blastofilli *Laminae embryonales*	LAMELLE EMBRIONALI Blastoplatte *Lamellae embryonales*	ORGANI FONDAMENTALI dei Vertebrati	TESSUTI dei Vertebrati
A. Esoderma Foglietto germinativo esterno. Epiblasto od ectoblasto. Foglietto limitante superiore. Foglietto cutaneo	**1. Lamella cornea** (*Lamella cornualis*)	**1. Epidermide** (*Epidermis*)	Tessuto epiteliale della epidermide, della cavità boccale e della fossa anale.
	2. Lamella midollare (*Lamella medullaris*)	**2. Sistema nervoso** (Tubo midollare)	Cellule gangliari e fibre nervee.
	3. Lamelle sensorie (Prodotti locali del foglietto di senso)	**3. Organi di senso** (Sensilla)	Epitelii di senso differenziati.
C. Mesoderma: prodotto delle tasche celomiche — **C. I. Episomiti** (Epimeri) Somiti dorsali. Protosegmenti della metà dorsale. « Zona rachidea » degli amnioti	**4. Lamella dermica** (*Lamella corialis*)	**4. Derma** (*Corium*)	Cute, tessuto connettivo e muscoli lisci del mesenchina.
	5. Lamella muscolare (*Lamella muscularis*)	**5. Muscoli laterali del tronco** (Miotomi)	Tessuto muscolare animale (striato trasversalmente).
	6. Lamella scheletrica (Sclerotomo, *Lamella scleralis*)	**6. Guaina della corda** e sue appendici (*Perichorda*)	Tessuto di sostegno dello scheletro, cartilagine ed ossa.
C. II. Iposomiti (Ipomeri) Somiti ventrali. Protosegmenti della metà ventrale. « Lamine laterali » degli amnioti	**7. Pronefridii** (Nefrotomo)	**7. Pronefridii** Canali dei proreni e successivi reni primitivi e reni	Tessuto urinario dei pronefridii e dei successivi canalicoli renali.
	8. Lamella sessuale (Gonotomo)	**8. Gonadi** (Ovarii e spermarii)	Gonidii (cellule-ova e cellule spermatiche).
	9. Cordoni vascolari (*Vasa sanguifera*)	**9. Arteria dorsale** (Aorta) e vena ventrale (cuore)	Tessuti delle pareti dei vasi. Cellule linfatiche.
	10. Lamella mesenterica (*Lamella mesenterica*)	**10 Mesenterio** e parete muscolare dell'intestino	Muscoli lisci e mesenchima dell'intestino.
B. Entoderma Foglietto germinativo interno. Ipoblasto od endoblasto. Foglietto limitante inferiore. Foglietto intestinale	**11. Lamella della corda** (Endoblasto della corda)	**11. Corda dorsale** (*Chorda dorsalis*)	Tessuto della corda.
	12 Lamella glandulo-intestinale (*Lamella enteralis*)	**12 *a*) Intestino cefalico** (*Cephalogaster*, intestino branchiale)	12 *a*) Epitelio respiratorio della faringe e della gabbia branchiale, del solco ipobranchiale e dei polmoni.
		12 *b*) Intestino troncale (*Hepatogaster*, intestino epatico)	12 *b*) Epitelio digestivo dello stomaco, fegato, tenue e crasso.

vitelline unite. Più tardi queste ultime scompaiono ed in pari tempo scompare interamente la vena ombilicale destra cosicchè oramai un solo potente tronco venoso, la vena ombilicale sinistra, conduce tutto il sangue nutritivo dalla placenta al cuore. Le due arterie dell'allantoide o *arterie ombilicali* (figg. 172, *n* e 173, *n*) non sono altro che le ultime estremità posteriori delle due aorte primitive, le quali più tardi pigliano un potente sviluppo. Solo dopo compiti i nove mesi di vita embrionale, quando l'embrione umano per l'atto del parto viene alla luce come individuo fisiologico indipendente, cessa ogni importanza di questa circolazione ombilicale. Il cordone ombilicale (fig. 186, *a l*), in cui quei potenti vasi sanguigni trapassano dall'embrione alla placenta, viene allontanato insieme con questi ultimi (*secondo parto*) e nello stesso tempo coll'apparire della respirazione polmonare sottentra una nuova forma di circolazione sanguigna limitata al solo corpo del neonato.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE XII e XIII.

Embrioni umani nelle membrane fetali.

Le sei figure di queste due tavole sono copiate dalle belle tavole sullo « sviluppo dell'uomo e del pulcino nell'uovo » che furono incise in acciaio dal prof. Erdl a Monaco e pubblicate nel 1845. Tutte le sei figure rappresentano embrioni umani in grandezza naturale avvolti nelle loro membrane fetali. Nelle prime quattro figure (dalla seconda sino alla sesta settimana di sviluppo) la membrana villosa (mallo-chorion) è incisa e si vede il piccolo embrione incluso nell'amnio. La piccola vescicola germinativa (cioè il rudimentale sacco vitellino) pende fuori mediante un sottile peduncolo dal ventre dell'embrione e giace nel periceloma o seroceloma (celoma estraembrionale). Cfr. anche tav. XIV.

Tavola XII.

Fig. 1. Embrione umano colle sue membrane, di circa 10 giorni, in grandezza naturale (Erdl, tav. III, fig. 1). — Fig. 2. Embrione umano colle sue membrane, di circa 14 giorni, in grandezza naturale (Erdl, tav. III, fig. 2). — Fig. 3. Embrione umano colle sue membrane, di circa tre settimane, in grandezza naturale (Erdl, tav. III, fig. 3). — Fig. 4. Embrione umano colle sue membrane, di circa sei settimane, in grandezza naturale (Erdl, tav. III, fig. 5). — Fig. 5. Embrione umano di 12 settimane, dentro alle sue membrane, in grandezza naturale (Erdl. tav. XI, fig. 2). L'embrione è interamente incluso nel sacco amniotico ripieno di liquido amniotico come in un bagno. Il cordone ombilicale che va dall'ombilico dell'embrione al chorion è coperto come da una guaina da un prolungamento dell'amnio il quale al suo sito di inserzione forma delle pieghe. Superiormente i villi del chorion fittamente addensati formano la placenta. La parte inferiore del chorion (incisa e disposta in molte pieghe delicate) è liscia e priva di villi. Sotto ad essa pende ancora a grandi pieghe la « decidua dell'utero » parimente incisa ed allargata. Capo ed estremità sono già notevolmente sviluppati.

Tavola XIII.

Embrione umano di cinque mesi, in grandezza naturale (Erdl, Tav. XIV). L'embrione è avvolto dal delicato e trasparente amnio il quale è aperto da un taglio cosicchè per l'incisione si vedono il viso e le estremità. Il dorso è curvato e le estremità sono contratte, cosicchè l'embrione nella cavità dell'uovo occupa il minore spazio possibile. Le palpebre son chiuse. Partendo dall'ombilico il grosso cordone ombilicale serpeggiante passando sulla spalla destra e dietro il dorso va alla spugnosa placenta (a destra inferiormente). La membrana esterna sottile, moltiplicemente pieghettata, è la membrana esterna dell'uovo o il chorion.

SEDICESIMA CONFERENZA

Struttura dell' Amphioxus e dell' Ascidia.

« L'*Amphioxus* quanto alla struttura degli organi più importanti rimane per tutta la vita a quel grado inferiore d'evoluzione che tutti gli altri vertebrati attraversano rapidamente durante i primi tempi della loro vita embrionale. Noi dobbiamo perciò considerare l'*Amphioxus* con speciale rispetto come quel venerando animale che solo fra tutti gli animali ancora viventi è in grado di darci una idea approssimativa dei nostri più antichi antenati vertebrati dell'epoca siluriana. Questi ultimi però discendono da vermi che hanno i loro più prossimi consanguinei nelle ascidie tuttora viventi ».

La genealogia del genere umano (1868).

Metodi filogenetici.
Completamento vicendevole dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi.
Comparazione morfologica dell' « Amphioxus » da una parte colla larva dei ciclostomi e dall'altra colla larva delle ascidie.

Contenuto della sedicesima Conferenza.

Il significato causale della legge biogenetica fondamentale. — Influenza dell'eredità abbreviata ed alterata. — Alterazioni della palingenesi dovute alla cenogenesi. — Metodo della filogenesi seguendo il modello della geologia. — Completamento ideale delle serie evolutive continue mediante la riunione di frammenti reali. — Sicurezza e giustificabilità delle ipotesi filogenetiche. — Importanza dell'*Amphioxus* e dell'ascidia. — Storia naturale ed anatomia dell'*Amphioxus*. — Forma esterna del corpo. — Integumento. — Epidermide e derma. — Bastone assile o corda. — Tubo midollare. — Organi di senso. — Intestino con sezione anteriore respiratoria (intestino branchiale) e sezione posteriore digerente (intestino epatico). — Fegato. — Vasi sanguigni pulsanti. — Vaso dorsale sopra all'intestino (vena branchiale ed aorta). — Vaso ventrale sotto all'intestino (vena intestinale ed arteria branchiale). — Movimento del sangue. — Cavità del corpo e cavità branchiale. — Tasche celomiche. — Episomiti (miotomi) ed iposomiti (gonotomi). — Cavità palleale. — Lobi del mantello ed opercolo branchiale. — Proreni segmentali (pronefridii) e gonadi (organi sessuali). — Testicoli ed ovarii. — Natura di vertebrato dell'*Amphioxus*. — Paragone dell'*Amphioxus* colle giovani lamprede o petromizonti. — Paragone dell'*Amphioxus* coll'ascidia. — Organismo dei tunicati. — Mantello di cellulosa. — Sacco branchiale. — Intestino. — Ganglio nervoso. — Organi sessuali.

Bibliografia.

Johannes Müller, *Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum* (*Amphioxus lanceolatus*), 1842 (*Abhdl. d. Berlin. Akad.*).

Wilhelm Müller, *Ueber die Stammesentwickelung des Sehorgans der Wirbelthiere*, 1875.

W. Rolph, *Untersuchungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus*, 1876 (*Morphol. Jahrb. II. Band.*).

Paul Langerhans, *Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus*, 1876 (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, vol. XII).

Berthold Hatschek, *Mittheilungen über Amphioxus*, 1884 (*Zoolog. Anz.*, vol. II, pag. 662).

E. Ray-Lankester, *Spolia maris. Contributions to the knowledge of Rhabdopleura and Amphioxus*, 1889.

Theodor Boveri, *Ueber die Niere des Amphioxus*, 1890 (*München. Medic. Wochenschrift*, n. 26).

XVI.

Signori!

Volgendoci ora dall'ontogenesi dell'uomo alla sua filogenesi, noi dobbiamo sempre tener presente il diretto nesso causale che intercede fra questi due rami principali della storia dell'evoluzione umana. Questo importantissimo nesso causale trovò la sua più semplice espressione nella « legge fondamentale dell'evoluzione organica » di cui fin dalla prima conferenza abbiamo già estesamente mostrato il tenore e l'importanza. Secondo quella legge biogenetica fondamentale l'*ontogenesi è una breve e ristretta ricapitolazione della filogenesi.* Se questa ripetizione, se la ricapitolazione della filogenesi data dall'ontogenesi fosse dappertutto integra, allora sarebbe ben facile còmpito il ripristinare in base all'ontogenesi l'intera filogenesi. Se si volesse sapere da qual progenitore derivi qualsiasi organismo superiore, e perciò anche l'uomo, e da quali forme la sua schiatta, come complesso, si sia sviluppata, non si avrebbe semplicemente che a seguire con esattezza la serie di forme dello sviluppo individuale dall'uovo in poi; allora si potrebbe senz'altro considerare ogni stato formale che qui si presenti come rappresentante di un'antica forma estinta di antenato. Ora questa diretta trasformazione dei fatti ontogenetici in concetti filogenetici non è permessa senza limitazione che per una piccolissima parte degli animali. Certamente vi ha anche oggidì un certo numero di animali invertebrati inferiori (per esempio alcuni zoofiti ed elminti) nei quali noi siamo senz'altro autorizzati a considerare ogni forma embrionale come la storica ripetizione o il ritratto adombrato di una estinta forma stipite. Ma per la gran maggioranza degli animali ed anche per l'uomo ciò non è possibile perchè per le infinitamente diverse condizioni d'esistenza le stesse forme embrionali sono state a loro volta modificate ed hanno in parte perduto il loro carattere primitivo.

Nelle enormi durate della storia organica della terra, nei molti milioni d'anni in cui sul nostro pianeta si svolse la vita organica, sono intervenute nel più degli animali delle variazioni secondarie nella formazione dell'embrione, le quali per la prima volta furono chiaramente riconosciute da Fritz Müller di Desterro ed espresse da lui nel suo genialissimo scritto *Für Darwin*, nella seguente proposizione: « Il documento storico contenuto nella storia dell'evoluzione (dell'individuo) poco alla volta *va obliterandosi* poichè l'evoluzione prende una via sempre più diritta dall'uovo all'animale perfetto, e quella viene spesso *falsata* dalla lotta per l'esistenza che devono combattere le larve facenti vita libera ». Il primo fenomeno, l'*obliterazione* del riassunto ontogenetico, è determinato dalla legge della *eredità semplificata o abbreviata.* Il secondo fenomeno, la *falsificazione* (o meglio l'alterazione) del riassunto ontogenetico, è determinato dalla legge dell'*eredità falsata od alterata.* Secondo quest'ultima legge le forme giovanili degli animali (non solo le larve facenti vita libera, ma anche gli embrioni racchiusi nel ventre materno) possono dall'influenza del prossimo ambiente venir modificate tanto come lo sono gli animali adulti dallo adattamento alle condizioni esterne di esistenza; le specie vengono modificate già durante il formarsi

dell'embrione. Ma, secondo la legge dell'eredità abbreviata, per tutti gli organismi superiori (e ciò tanto più quanto superiore è il loro sviluppo) è vantaggioso abbreviare il primitivo processo di sviluppo, semplificarlo, e così lasciar svanire il ricordo dei loro antenati. Quanto più alto sta un organismo nel regno animale, tanto meno compiutamente egli riproduce durante la sua ontogenesi l'intera serie degli antenati per ragioni che in parte son note e in parte ancora nascoste. Il fatto si rivela semplicemente paragonando la storia dello sviluppo individuale di animali superiori ed inferiori in ogni singulo gruppo (111).

Apprezzando convenientemente questa naturalissima contingenza, noi abbiamo diviso i fenomeni ontogenetici o i fenomeni dell'evoluzione individuale in due diversi gruppi, in fenomeni palingenetici e cenogenetici. Alla *palingenesi* od « evoluzione compendiosa » noi abbiamo attribuito quei fatti embriologici che noi potevamo considerare direttamente come un fedele riassunto della corrispondente filogenesi. Abbiamo invece considerati come appartenenti alla *cenogenesi* od « evoluzione alterata » quei processi ontogenetici che noi non potevamo riferire direttamente a corrispondenti processi filogenetici ma che al contrario dovevamo interpretare come variazioni o falsificazioni di questi ultimi. Con questa critica discriminazione dei fenomeni embriologici palingenetici e dei cenogenetici la nostra legge biogenetica fondamentale prese la seguente più precisa espressione: la rapida e breve ontogenesi è un ristretto compendio della lenta e lunga filogenesi; questo riassunto è tanto più fedele e completo quanto più per *eredità* è conservata l'evoluzione riassuntiva o *palingenesi* e quanto meno v'è per *adattamento* introdotta l'evoluzione alterata o *cenogenesi* (10).

Ora per discernere naturalmente nell'embriologia i fenomeni palingenetici e cenogenetici e trarne giuste conclusioni per la filogenesi noi dobbiamo sopratutto procedere *comparativamente*. Solo coll'ontogenesi comparata delle forme affini noi possiamo scoprire le traccie della loro filogenesi. Per ciò fare ci sarà gran vantaggio l'applicare quel metodo che utilizzano già da molto tempo i geologi per stabilire la consecuzione seriale delle roccie sedimentarie della nostra scorza terrestre. Voi sapete che la solida corteccia del nostro globo la quale come un sottile guscio include l'interna massa principale igneo-fluida è composta di due diverse classi principali di roccie: primo dalle masse rocciose cosidette *plutoniche* e vulcaniche le quali sono nate direttamente dalla solidificazione superficiale della interna massa terrestre; e secondariamente dalle cosidette *roccie nettuniche* (o sedimentarie) che si sono formate dalle prime per l'azione trasformatrice dell'acqua e si sono deposte a strati le une sulle altre sul fondo delle acque. Dapprima ognuno di questi strati nettunici formò un molle strato fangoso; nel corso dei millennii però esso si addensò in dura, salda massa rocciosa (arenaria, marna, calcare ecc.) ed in pari tempo incluse permanentemente i corpi solidi ed incorruttibili che casualmente erano caduti nel molle fango. A questi corpi che in tal guisa furono essi stessi « pietrificati » o lasciarono caratteristiche impronte della loro forma corporea nel molle fango appartengono anzitutto le parti solide degli animali e delle piante che vissero e morirono colà stesso durante il deporsi di quello stato fangoso.

Ogni strato roccioso nettunico contiene adunque le sue pietrificazioni caratteristiche, i resti di animali e di piante che hanno vissuto durante quel determinato periodo della storia terrestre. Ora dalla *comparazione* complessiva di quegli strati si è in grado di scorgere nel suo nesso continuo tutta la serie dei periodi terrestri. Tutti i geologi sono ora concordi nell'ammettere che una simile determinata consecuzione

storica di formazioni rocciose si può constatare e che i più bassi di questi strati sono stati deposti in tempi remotissimi, i superiori in tempi più recenti. Ma in nessun sito della terra si trova l'intera serie degli strati giacenti gli uni sugli altri, in nessun sito la si trova anche approssimativamente completa. Piuttosto la serie dei diversi strati terrestri e delle epoche della storia terrestre che ad essi corrispondono quale viene ammessa in modo generale dai geologi non è che una costruzione ideale non esistente in realtà, nata dalla riunione dei singoli fatti verificati in diversi punti della superficie terrestre riguardo alla consecuzione degli strati (cfr. la XVIII confer.).

Appunto nello stesso modo noi procederemo ora nella filogenesi dell'uomo. Noi tenteremo coi diversi frammenti filogenetici che si trovano in diversissimi gruppi del regno animale di comporre un quadro complessivo approssimato della serie degli antenati dell'uomo. Voi vedrete che siamo veramente in grado, mettendo convenientemente a raffronto la storia embriologica di diversissimi animali, di farci un'idea approssimativamente completa della storia dell'evoluzione paleontologica dei progenitori dell'uomo e dei mammiferi; un'idea che dalla sola ontogenesi dei vertebrati non avremmo mai potuto ricavare. In seguito ai ricordati processi cenogenetici, all'eredità alterata ed abbreviata, nella storia dello sviluppo individuale dell'uomo e degli altri mammiferi intere serie di gradi inferiori, specialmente se appartenenti ai primi periodi, sono scomparse o furono falsate da varie alterazioni. Ma nei vertebrati inferiori e nei loro antenati invertebrati noi troviamo appunto quei gradi morfologici inferiori in tutta la loro primitiva purezza. Specialmente nell'infimo vertebrato, nell'*amphioxus*, si sono appunto ancora conservate interamente nello sviluppo embrionale le più antiche forme stipiti. Più oltre si trovano importanti capisaldi nei pesci che stanno in mezzo fra i vertebrati inferiori ed i superiori e che a loro volta ci spiegano il corso della filogenesi per alcuni altri periodi. Ai pesci si rannodano gli anfibii alla cui embriologia noi dobbiamo parimente importantissime indicazioni. Essi formano il passaggio agli amnioti o vertebrati superiori nei quali gli stadii evolutivi mezzani od antichi sono o falsati od abbreviati, dove però noi troviamo ancora oggidì ben conservati nell'ontogenesi gli stadii più recenti del processo filogenetico. Riunendo dunque e comparando le storie dello sviluppo individuale dei diversi gruppi di vertebrati noi siamo in grado di farci un'idea approssimativamente completa della storia dello sviluppo paleontologico dei progenitori dell'uomo entro i limiti del tipo dei vertebrati. Se noi però dagli infimi vertebrati discendiamo ancora più e compariamo la loro embriologia con quella degli animali invertebrati che loro sono affini, noi possiamo rintracciare molto più oltre la genealogia dei nostri antenati animali, giù sino agli infimi zoofiti e protozoi.

Avviandoci ora per l'oscuro tramite di questo labirinto filogenetico, tenendoci saldamente al filo ariadneo della *legge biogenetica fondamentale* e guidati dalla face dell'*anatomia comparata* noi, seguendo il metodo sopra ricordato, dovremo dapprima dalle molteplici ontogenesi di diversissimi animali estrarre ed ordinare quei frammenti coi quali si può ricomporre la genealogia dell'uomo. Ciò facendo vorrei richiamare ancor più specialmente la vostra attenzione sul fatto che noi ci serviamo di questo metodo affatto nello stesso modo e colla stessa sicurezza qui come nella geologia. Nessun geologo ha visto coi proprii occhi che le enormi masse rocciose che compongono la nostra formazione carbonifera; le nostre roccie saline, il giura, il cretaceo e così via si sono realmente deposte dal seno delle acque. Tuttavia niuno dubita di questo fatto. Anche nessun geologo ha mai realmente osservato che queste

diverse formazioni rocciose nettuniche sono nate l'una dopo l'altra in una determinata consecuzione seriale e tuttavia tutti sono unanimemente convinti di tale consecuzione. La ragione si è che gli è appunto solo coll'ammettere ipoteticamente quella formazione nettunica degli strati e questa consecuzione che si può concepire in modo ragionevole la natura e l'origine di tutte quelle masse rocciose. Perchè esse solo colle citate *ipotesi geologiche* sono concepibili ed esplicabili, perciò appunto queste ipotesi hanno valore generale di « teorie geologiche » sicure ed indispensabili.

Ma per le stesse ragioni anche le nostre *ipotesi filogenetiche* possono pretendere ad un eguale valore. Collo stabilirle noi procediamo cogli stessi metodi induttivi e deduttivi e colla stessa certezza approssimativa dei geologi. Perchè noi solo coll'aiuto di queste ipotesi filogenetiche concepiamo l'origine dell'uomo e dei rimanenti organismi, perchè noi solo per esse possiamo soddisfare il bisogno di causalità della nostra ragione, perciò noi le teniamo per giuste, perciò noi pretendiamo per esse il valore di « teorie biologiche ». E come ora sono generalmente accettate le ipotesi geologiche che ancora al principio del nostro secolo erano derise come speculativi castelli in aria, così prima del fine di questo secolo avran valore le nostre ipotesi filogenetiche che ancor ora molti naturalisti deridono come « sogni della filosofia naturale ». Per vero voi vedrete presto che il nostro còmpito non è così semplice come quello dei geologi. Esso è di tanto più difficile ed intricato di quanto l'organismo dell'uomo si eleva al disopra della struttura delle masse rocciose (112).

Mettendoci ora più dappresso a questo còmpito noi troviamo dapprima un aiuto estremamente importante nell'embriologia comparata di due forme animali inferiori. Uno di questi animali è l'*Amphioxus*, l'altro è l'*Ascidia* (tav. X e XI). Entrambi questi animali sono altamente notevoli. Entrambi stanno al limite fra le due grandi divisioni del regno animale che dal Lamarck (1801) in poi si distinguono col nome di vertebrati ed invertebrati. I *vertebrati* comprendono le classi già sopra citate, dall'*Amphioxus* su fino all'uomo (acranii, lamprede, pesci, dipneusti, anfibii, rettili, uccelli e mammiferi). Tutti gli altri animali si comprendevano in opposizione a questi e seguendo il Lamarck sotto il nome di « *invertebrati* ». Come però abbiamo già incidentalmente osservato, gli animali invertebrati risultano alla loro volta da una quantità di tipi affatto diversi. Fra questi gli echinodermi, i molluschi, gli artropodi qui non ci interessano affatto poichè essi sono rami principali indipendenti dell'albero genealogico animale i quali non hanno nulla da fare coi vertebrati. Invece ha per noi il massimo interesse un gruppo animale che solo recentemente è stato ben studiato e che ha la massima importanza per la genealogia dei vertebrati. Questo è il tipo dei *tunicati*. Un membro di questo tipo, l'ascidia, per ciò che v'è di essenziale nella sua interna struttura e per la sua embriologia, si rannoda strettamente all'infimo vertebrato, all'*Amphioxus*. Fino al 1866 non si aveva alcuna idea dello stretto legame che v'è fra queste due forme animali apparentemente molto diverse e fu un fortunatissimo caso che appunto allora quando la questione della discendenza dei vertebrati dagli invertebrati emerse sulle altre sia stata scoperta l' embriogenesi di questi due animali strettamente affini. Per comprenderla giustamente noi dobbiamo dapprima considerare quei due notevoli animali allo stato adulto e comparare la loro anatomia.

Cominciamo coll'*Amphioxus* (o pesce lancetta) il quale è dopo l'uomo il più importante ed interessante di tutti i vertebrati. Come l'uomo sta al sommo vertice, così l'*Amphioxus* sta all'ima radice del tipo dei vertebrati (cfr. fig. 201 e tav. XI,

fig. 15). L'*Amphioxus* fu descritto per la prima volta nell'anno 1774 dal naturalista tedesco Pallas. Quest'animaletto gli era stato inviato dal Mare del Nord inglese ed egli credette di riconoscervi un prossimo parente della nostra comune limaccia (*Limax*) e lo chiamò perciò *Limax lanceolatus*. Per un mezzo secolo nessuno si curò più oltre di questa pretesa limaccia. Solo nell'anno 1834 questo modesto animaletto fu osservato vivo nella sabbia di Posilipo presso Napoli dal naturalista napolitano Costa. Questi affermò che esso non fosse una limaccia ma un pesciolino e lo chiamò *Branchiostoma lubricum*. Quasi contemporaneamente un naturalista inglese, Yarrell, riconobbe in esso un asse scheletrico interno e gli diede il nome di *Amphioxus lanceolatus*. Fu poi studiato nel modo più esatto nel 1839 dal celebre zoologo berlinese Giovanni Müller al quale noi siamo debitori di uno scritto molto profondo ed esteso sulla sua anatomia (113). Ultimamente per le ricerche profonde di parecchi segnalati osservatori, sopratutto di Hatschek e di Boveri, le nostre conoscenze anatomiche sull'*Amphioxus* sono state essenzialmente completate e ci si è sopratutto fatta più nota anche la sua minuta fabbrica (114).

L'*Amphioxus* vive nei siti piatti, arenosi della costa marina, in parte sepolto nella sabbia, ed è, a quanto pare, molto sparso in diversi mari. Lo si è trovato nel Mare del Nord (sulle coste britanniche e scandinave, come pure presso Helgoland) e nel Mediterraneo in varii siti (per esempio presso Nizza, Napoli e Messina). Si trova inoltre sulla costa brasiliana e così pure in remoti lidi dell'Oceano Pacifico (coste del Perù, Borneo, Cina, Australia, ecc.). Le specie esotiche di questo genere sono state da poco distinte esattamente da Peters ed E. Ray-Lankester, specialmente secondo il numero dei metameri o segmenti che oscilla fra 50 ed 80 (113). Le sei specie devono ancora venir studiate meglio; tuttavia la loro interna struttura sembra in tutte essere essenzialmente la stessa.

Giovanni Müller allogò sistematicamente l'*Amphioxus* fra i pesci sebbene egli rilevasse che la differenza fra questo semplicissimo vertebrato ed i pesci più bassi era molto più importante che la differenza fra tutti i pesci e gli anfibii. Con ciò però non vien di gran lunga espresso un giusto apprezzamento di questo notevolissimo animaletto. Piuttosto noi possiamo con piena sicurezza stabilire quest'importante proposizione: *l'Amphioxus è molto più differente dai pesci che non i pesci dall'uomo* e da tutti gli altri vertebrati. Di fatto esso per tutta la sua organizzazione è così diverso da tutti gli altri vertebrati che noi seguendo le leggi della logica sistematica dobbiamo dapprima in questo tipo fare due divisioni primarie: I. *Acranii* (*Amphioxus* ed i suoi estinti parenti) e II. *Cranioti* (l'uomo ed i rimanenti vertebrati) (115).

La prima, più bassa, divisione è costituita dai vertebrati senza vertebre nè cranio, i quali appunto perciò chiamiamo *acranii*. Di questi non vive ancora oggidì che il solo *Amphioxus*, mentre in tempi più antichi della storia terrestre devono aver esistito numerose e svariate forme di questa divisione. Possiamo qui esprimere una legge generale in cui ogni aderente della teoria dell'evoluzione dovrà consentire: forme animali affatto peculiari ed isolate come è l'*Amphioxus* che nel sistema animale stanno apparentemente da sole sono sempre gli ultimi Mohicani, gli ultimi superstiti di un gruppo animale estinto del quale in tempi anteriori della storia della terra esistevano numerose e molteplici forme. Poichè l'*Amphioxus* è affatto molle, poichè esso non ha parti salde, non possiede organi capaci di venir pietrificati, così noi dobbiamo ammettere che anche tutti i suoi numerosi parenti estinti erano pure molli e perciò non han potuto lasciare simili impronte o pietrificazioni.

Di fronte a questi acranii sta la seconda divisione primaria la quale comprende tutti i rimanenti vertebrati dai pesci su fino all'uomo. Tutti questi vertebrati hanno un capo che è esattamente distinto dal tronco e che contiene un cranio con un cervello; tutti hanno un cuore centralizzato, reni sviluppati, ecc. Noi li chiamiamo *cranioti*. Ma anche questi cranioti nella prima gioventù sono privi di cranio. Come già sapete dalla ontogenesi umana, anche ogni mammifero attraversa nei primi tempi della sua evoluzione individuale quell'importante stadio che noi abbiamo chiamato *chordula;* in questo basso stadio di sviluppo esso non possiede nè vertebre, nè cranio, nè estremità (figg. 80-83). Ma anche dopo che è cominciata la formazione delle « protovertebre » o dei segmenti l'embrione segmentato degli amnioti conserva ancora per un certo tempo la semplicissima forma di un disco liriforme o di una suola di scarpa nella quale mancano ancora affatto le estremità od arti. Se noi paragoniamo questo stato embrionale coll'*Amphioxus* adulto, noi possiamo dire: *l'Amphioxus è in un certo senso un embrione persistente, una permanente forma embrionale dei cranioti;* esso non si eleva mai al di sopra di un certo stadio giovanile inferiore che noi abbiamo già da gran tempo oltrepassato.

L'*Amphioxus* interamente sviluppato (fig. 201) vien lungo 5-6 centimetri, è incoloro o debolmente colorato in rossiccio ed ha la figura di una stretta foglia lanceolata. Il corpo è anteriormente e posteriormente appuntito da ambo i lati, però fortemente compresso. Di estremità non vi ha traccia alcuna. L'esterno integumento è molto delicato e sottile, nudo, trasparente e risulta di due diversi strati: da un semplice strato cellulare, l'epidermide (tav. X, fig. 13, *h*), e da un sottile derma sottostante (fig. 13, *l*). Sulla linea mediana al dorso scorre uno stretto orlo a pinna che posteriormente si espande in una pinna caudale ovalè e si prosegue inferiormente in una pinna anale. L'orlo a pinna è sostenuto da numerosi, piccoli raggi elastici quadrangolari (tav. XI, fig. 15, *f*). Le sottili linee parallele che scorrendo sotto la pelle formano ai due lati, sulla linea mediana, un angolo acuto diretto allo avanti (fig. 15, *r*, *b*) sono le linee limitanti delle lamine muscolari o miotomi; il loro numero nell'*Amphioxus lanceolatus* europeo è di 60-62 e determina il numero dei metameri o « segmenti primitivi » che compongono il corpo (113).

Entro nel corpo noi troviamo un sottile cordone d'apparenza cartilaginea che attraversa per tutta la sua lunghezza dall'avanti all'indietro l'asse longitudinale dell'intero corpo ed è ugualmente appuntito ai due capi (fig. 201, *i*). Questo bastone cartilagineo diritto, cilindrico, alquanto compresso lateralmente, è il bastone assile o *chorda dorsalis*, esso rappresenta qui da solo la spina dorsale o colonna vertebrale. Nello *Amphioxus* la corda dorsale non si sviluppa più oltre ma invece rimane per tutta la vita in questo semplicissimo stato primitivo. Essa è avvolta da un invoglio saldo, membranaceo, la *guaina della corda* o *perichorda*. I rapporti di quest'ultima e delle formazioni che ne derivano si scorgono particolarmente bene nelle sezioni trasversali dell'*Amphioxus* (fig. 207, tav. X, fig. 13, *cs*). La guaina della corda forma direttamente sulla corda stessa, un tubo cilindrico, e rinchiuso in questo tubo sta il sistema nerveo centrale, il tubo midollare (tav. XI, fig. 15, *m*). Quest'importante organo psichico rimane qui parimente per tutta la vita nella forma più semplice, quella di un tubo cilindrico che termina in modo quasi ugualmente semplice all'avanti ed all'indietro e la cui spessa parete include uno stretto canale. Tuttavia l'estremità anteriore è più arrotondata e contiene un piccolo rigonfiamento vescicolare appena percettibile del canale (fig. 15, m_1). Questa vescichetta si deve interpretare come un

accenno di una vera ampolla cerebrale, come un rudimento del cervello. All'estremità anteriore di essa si trova una piccola macchia pigmentale nera, il rudimento di un occhio, ed uno stretto canale conduce ad un organo sensitivo della superficie. In vicinanza di questa macchia oculare si trova sul lato sinistro una piccola fossetta vibratile, l'impari organo olfattivo. Un organo uditivo manca interamente. Questo deficiente sviluppo degli organi superiori di senso è probabilmente da riferirsi in gran parte non ad uno stato primitivo ma ad un regresso.

Sotto all'asse rachideo o *chorda dorsalis* scorre un *intestino* molto semplice, un tubo che sbocca alla parte ventrale dell'animaletto, anteriormente per un'apertura boccale e posteriormente per un'apertura anale. L'apertura boccale di forma ovale è circondata da un anello cartilagineo che porta 20-30 fili cartilaginei (organi di tatto, fig. 201, *a*). Un ristringimento divide il canale intestinale in due sezioni affatto differenti di quasi uguale lunghezza. La sezione anteriore o intestino cefalico serve alla respirazione, la sezione posteriore o intestino epatico alla digestione. Il limite fra queste due sezioni dell'intestino segna nello stesso tempo il limite fra le due regioni del corpo, fra il capo e il tronco. L'*intestino cefalico* o « intestino branchiale » forma un'ampia *gabbia branchiale* la cui parete è graticolata, traforata da numerose fessure branchiali (figura 201, *d;* tav. XI, fig. 15, *h*). Le esili trabecole della gabbia branchiale che stanno fra le fessure branchiali sono sostenute da saldi bastoncini paralleli i quali sono riuniti due a due da bastoncini trasversi. L'acqua che l'*Amphioxus* immette per l'apertura boccale arriva per queste fessure della gabbia branchiale nella grande cavità branchiale o cavità palleale che la circonda ed allora più indietro ritorna all'esterno per mezzo di un buco che essa presenta, il poro respiratorio o poro palleale (*porus branchialis*, fig. 201, *c*). Inferiormente, al lato ventrale della gabbia branchiale; si trova nella linea mediana una gronda ciliata con parete ghiandolare (la gronda faringea o gronda ipobranchiale) che si ripresenta pure nelle ascidie e nelle larve dei ciclostomi, essa è interessante per ciò che da essa si è sviluppata nei vertebrati superiori la ghiandola tiroide della laringe (sotto al cosidetto « pomo di Adamo ») (fig. 159).

Alla parte *respiratoria* dell'intestino tiene poi dietro la parte *digerente* di esso, l'*intestino troncale* o intestino epatico. I piccoli corpicciuoli che l'*Amphioxus* ingurgita insieme coll'acqua che serve alla respirazione, infusorii, diatomee, elementi di corpi animali e vegetali decomposti, dalla gabbia branchiale pervengono nella sezione digestoria dell'intestino e qui vengono accolti ed elaborati come materiale nutritizio.

Da una regione alquanto allargata, la quale corrisponde ad uno stomaco (fig. 201, *e*), parte dirigendosi in linea retta all'avanti un

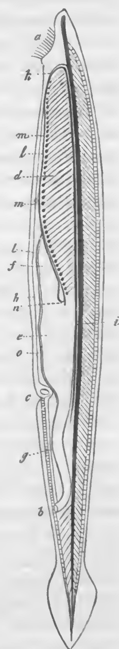


Fig. 201. L'*Amphioxus* (*A. lanceolatus*) ingrandito 2 volte, visto dal lato sinistro.

L'asse longitudinale sta verticalmente; l'estremità boccale è diretta all'alto, l'estremità caudale al basso. (come nella tav. XI, fig. 15). *a*) Apertura boccale circondata da cirri; *b*) Apertura anale; *c*) Poro branchiale; *d*) Gabbia branchiale; *e*) Stomaco; *f*) Fegato; *g*) Intestino tenue; *h*) Cavità branchiale; *i*) Corda dorsale, sotto ad essa l'aorta; *k*) Arco aortico; *l*) Tronco dell'arteria branchiale; *m*) rigonfiamento dei suoi rami; *n*) vena cava; *o*) vena intestinale.

cieco allungato simile ad una tasca (*f*); esso giace inferiormente al lato destro della gabbia branchiale e finisce a fondo cieco pressapoco alla metà di essa. Questo è il *fegato* dell'*Amphioxus*, la più semplice forma di fegato che ci sia nota nei vertebrati. Anche nell'uomo, come vedremo, il fegato si sviluppa come un sacco cieco a mo' di tasca che si produce dal canal digerente dietro allo stomaco.

Non meno notevole che la costruzione dell'intestino è nel nostro animaletto quella del *sistema dei vasi sanguigni*. Mentre infatti tutti gli altri vertebrati hanno un cuore compatto, spesso, marsupiiforme il quale si sviluppa dalla parete ventrale dell'intestino anteriore disotto alla gola e dal quale partono i vasi sanguigni, nell'*Amphioxus* non si trova affatto uno speciale cuore centralizzato il quale colle sue contrazioni dia impulso al sangue. Piuttosto questo movimento è determinato, come negli anellidi, dagli stessi vasi sanguigni sottili e tubulari i quali assumono la funzione del cuore, si contraggono pulsando per tutta la loro lunghezza e così spingono il sangue incoloro attraverso a tutto il corpo. Questa circolazione sanguigna è così semplice e perciò così rimarchevole che vogliamo qui brevemente considerarla. Noi possiamo cominciare dall'avanti, al lato inferiore della gabbia branchiale. Qui giace nella linea mediana un grande tronco vascolare che corrisponde al cuore dei rimanenti vertebrati ed al tronco dell'*arteria branchiale* che ne nasce e che spinge il sangue nelle branchie (fig. 201, *l*). Molti piccoli archi vascolari partono innalzandosi da ambo i lati da quest'arteria branchiale e presentano al punto di partenza piccoli rigonfiamenti cuoriformi o bulbilli (*m*), essi salgono lungo gli archi branchiali fra le fessure branchiali cingendo l'intestino anteriore e si riuniscono, quali vene branchiali, al disopra della gabbia branchiale in un grande tronco vascolare il quale scorre sotto alla corda dorsale. Questo tronco è l'*arteria principale* od *aorta* primitiva (tav. X, fig. 13, *t;* tav. XI, fig. 15, *t*). Fra l'intestino e la corda dorsale l'aorta scorre appunto come in tutti i vertebrati superiori (fig. 204, *D*). I ramuscoli vascolari che quest'aorta manda a tutte le parti dell'intero corpo si radunano di nuovo in un grande vaso venoso che scorre alla faccia ventrale dell'intestino e che qui può venir chiamato *vena intestinale* (*vena subintestinalis*, fig. 201, *o*, 202, *E;* tav. X, fig. 15, *v;* tav. XI, fig. 13, *v*). Più oltre essa si porta sul tubo epatico, dove forma una specie di arteria porta avvolgendo il cieco epatico in una delicata rete vascolare, ed allora trapassa, quale vena epatica, in un tronco diretto all'avanti che noi possiamo chiamare vena cava (fig. 201, *r*). Quest'ultima va di nuovo direttamente al lato ventrale della gabbia branchiale e qui trapassa direttamente nell'arteria branchiale che abbiamo presa come punto di partenza. Come una condotta d'acqua chiusa ad anello questo tubo impari che forma il vaso principale dell'*Amphioxus* scorre lungo il canale intestinale per tutto il corpo e pulsa superiormente ed inferiormente per tutta la sua lunghezza. Così il sangue incoloro nello spazio di circa un minuto viene spinto attraverso tutto il corpo del nostro animaletto. Quando il tubo superiore pulsando si contrae, l'inferiore si riempie di sangue e viceversa. Di sopra il sangue scorre dall'avanti all'indietro, di sotto invece dall'indietro all'avanti. Tutto il lungo tubo vascolare che scorre inferiormente lungo il tubo ventrale del canale intestinale e che contiene sangue venoso può venir chiamato *vena principale* e paragonato col cosidetto *vaso ventrale* dei vermi. Per contro il lungo tubo vascolare rettilineo che scorre lungo la linea dorsale del tubo digerente fra questo e la corda e che contiene sangue arterioso è certamente identico da una parte coll'aorta dei rimanenti vertebrati, cioè coll'*arteria principale*, d'altra parte la si può paragonare al cosidetto *vaso dorsale* dei vermi.

Quest'importante corrispondenza fra la conformazione del sistema sanguigno dell'*Amphioxus* e dei vermi era già stata riconosciuta da Giovanni Müller. Egli rilevò sopratutto l'*analogia* di entrambi, la loro rassomiglianza *fisiologica* che sta in ciò che in entrambi il sangue viene sospinto dalle contrazioni dei grandi tubi vascolari pulsanti per tutta la loro lunghezza e non da un cuore centralizzato come in tutti gli altri vertebrati. Frattanto quest'importante parallelo ci offre certo più che una pura analogia. Esso possiede probabilmente il profondo valore di una vera *omologia* e riposa su una concordanza morfologica degli organi comparati. Noi apprendiamo così dall'*Amphioxus*, che l'aorta, l'*arteria principale* impari dei vertebrati la quale scorre fra l'intestino e la corda, è nata in origine dal *vaso dorsale* dei vermi. Invece il *vaso ventrale* di questi ultimi non è più conservato che nell'impari *vena intestinale* dell'*Amphioxus* scorrente sotto all'intestino (e dal prolungamento anteriore di essa: arteria porta, vena epatica, vena cava, arteria branchiale). In tutti gli altri vertebrati questa vena intestinale (originariamente il vaso venoso principale o *vena principalis*) nel corpo dell'animale sviluppato perde d'importanza davanti alle altre vene.

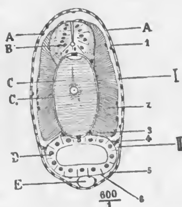


Fig. 202.

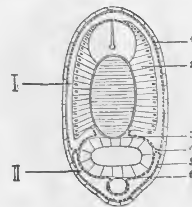


Fig. 203.

Fig. 202. Sezione trasversa di una larva di *Amphioxus*, con cinque fessure branchiali, attraverso al mezzo del corpo. — Fig. 203. Schema della stessa sezione. Da Hatschek.

A, Epidermide; *B*, Tubo midollare; *C*, Corda dorsale; *C*, Guaina interna della corda; *D*, Epitelio intestinale; *E*, Vena intestinale; 1, Lamina dermica *(cutis)*; 2, Lamina muscolare (miotomo); 3, Lamina scheletrica (sclerotomo); 4, *Coeloseptum* (parete divisoria tra il celoma dorsale e il ventrale); 5, Lamina fibro-cutanea; 6, Lamina fibro-intestinale; I, Miocelo (celoma dorsale); II, Splancnocelo (celoma ventrale).

Condizioni morfologiche importantissime e curiose ci mostra nell'*Amphioxus* la cavità del corpo o *celoma*. Il suo sviluppo embrionale ha per la filogenesi del celoma nell'uomo e in tutti i rimanenti vertebrati un'importanza fondamentale. Come abbiamo già visto precedentemente (nella X conferenza), qui le tasche celomiche pari si scindono di buon'ora per costrizioni trasversali in una doppia serie di somiti o protosegmenti (fig. 148, pag. 244) e ciascuno di questi si divide nuovamente per una costrizione frontale o laterale in una tasca superiore (dorsale) ed una tasca inferiore (ventrale). Dalla parete interna o mediana degli *episomiti* o delle tasche dorsali prende origine la lamina muscolare (fig. 202, 2); dalla parete esterna o laterale la lamina dermica (1); le due lamine sono separate per mezzo della cavità muscolare o miocelo (I). Per contro gli iposomiti o le tasche ventrali confluiscono a formare una semplice, stretta cavità del corpo, lo splancnocelo (II).

Mentre questi importanti rapporti morfologici nel tronco dell'*Amphioxus* (nel terzo posteriore, figg. 202-205) appaiono molto chiari, tale non è più il caso pel capo (pel terzo anteriore, fig. 206). Qui si trovano disposizioni molto più intricate che non divengono comprensibili se non collo sviluppo embriologico che studieremo nella conferenza seguente (cfr. fig. 229). Qui l'intestino branchiale giace libero in una spaziosa cavità ripiena d'acqua che prima si teneva erroneamente per la cavità del corpo (fig. 206, *A*). In realtà questa *cavità palleale* (chiamata per solito « cavità branchiale » o « cavità peribranchiale ») è invece una formazione secondaria nata

dallo svilupparsi di un paio di lobi laterali del mantello o di opercoli branchiali (M_1, U). La vera cavità celomica ($L\,h$) è molto stretta ed interamente chiusa, rivestita dall'epitelio celomico. Per contro la cavità branchiale (A) è ripiena d'acqua e tutta quanta la sua parete è tappezzata dal foglio cutaneo-sensorio; posteriormente pel foro del mantello o poro respiratorio essa si apre all'esterno (fig. 201, *c;* tav. XI, fig. 15, *p*). L'esoderma riveste la superficie dei due grandi opercoli branchiali laterali, dei valviformi processi laterali della parete del corpo che inferiormente sono cresciuti in giro attorno all'originario lato ventrale e che si riuniscono nella sua linea mediana (nella sutura ventrale o *raphe*, fig. 206, *R*).

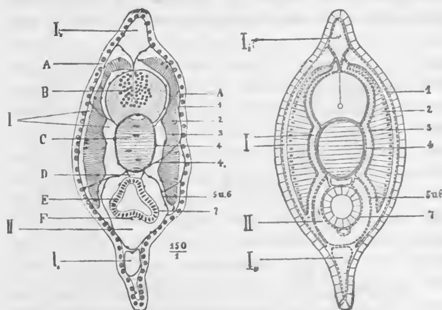


Fig. 204. Fig. 205.

Fig. 204. Sezione trasversa di un giovane *Amphioxus*, subito dopo la metamorfosi, attraverso al terzo posteriore (tra il poro del mantello e l'ano). — Fig. 205. Schema della stessa sezione. Da Hatschek.

A, Epidermide; *B*, Tubo midollare; *C*, Corda dorsale; *D*, Aorta; *E*, Epitelio intestinale; *F*, Vena intestinale; 1, Lamina dermica; 2, Lamina muscolare; 3, Lamina fasciale; 4, Guaina esterna della corda; 5, *Myoseptum;* 6, Lamina fibro-cutanea; 7, Lamina fibro-intestinale; I, Miocelo; II, Splancnocelo; $I_{,}$, Pinna dorsale; $I_{,,}$, Pinna anale.

Alla faccia interna di questi lobi laterali del mantello (M_1), nella metà ventrale della cavità palleale, si trovano gli organi sessuali dell'*Amphioxus.* A ciascun lato dell'intestino branchiale vi stanno da 20 a 30 sacchetti ellittici o quadrato-oblunghi che vedonosi facilmente dall'esterno ad occhio nudo poichè trapariscono attraverso alla sottile e ialina parete del corpo. Questi sacchetti sono le *ghiandole sessuali* (*gonades*); essi hanno in ambo i sessi la stessa grandezza e figura e non differiscono che pel loro contenuto. Nelle femmine essi contengono mucchi di semplici cellule-uova (tavola X, figura 13, *e*), nel maschio mucchi di cellule molto più piccole che si trasformano in mobili cellule flagellate (cellule spermatiche). I sacchi d'entrambe le sorta giaciono contro la parete interna della cavità del mantello e non hanno speciali condotti di uscita. Quando le uova della femmina e le masse spermatiche del maschio sono mature esse cadono nella cavità del mantello, passano per le fessure branchiali nell'intestino cefalico e vengono emesse per l'apertura boccale. Una più attenta disamina ci mostra che *queste tasche sessuali sono ciechi segmentali delle cavità del corpo*, sono tasche celomiche ventrali; esse pigliano origine dalla porzione inferiore degli iposomiti mentre la parte superiore di essi confluisce a formare lo stretto metaceloma (fig. 206, *Lh*). Quest'ultimo rimane connesso col primo per una lamella epiteliale mesodermica, la quale giace fra l'interno esoderma del lobo palleale (*C*) e la sua lamina muscolare.

Al disopra delle ghiandole sessuali, nell'angolo dorsale della cavità del mantello giaciono i *reni.* Questi importanti organi di escrezione per la loro posizione nascosta e per la loro minutezza nell'*Amphioxus* furono per lungo tempo cercati invano e sono stati scoperti solo nel 1890 da Teodoro Boveri (fig. 207, *x*). Sono brevi canalicoli

segmentali che corrispondono ai *pronefridii* o canaletti dei reni primitivi degli altri vertebrati (fig. 208, *B*). Il loro sbocco interno (fig. 207, *B*) è nella cavità celomica mesodermica; il loro sbocco esterno nella esodermica cavità del mantello (*C*). I pronefridii giaciono a metà dell'altezza (cioè dell'asse dorso-ventrale) del capo esternamente alla parte superiore degli archi branchiali e stanno in importanti rapporti coi vasi branchiali (*H*). Perciò, come pure pel complesso della posizione e dell'ordinamento, i pronefridii segmentali dell'*Amphioxus* mostrano chiaramente di essere equipollenti od omologhi ai pronefridii dei cranioti (fig. 208, *B*). Al condotto pronefridiale di questi ultimi (fig. 208, *C*) corrisponde la cavità del mantello o « cavità branchiale » dei primi (fig. 207, *C*).

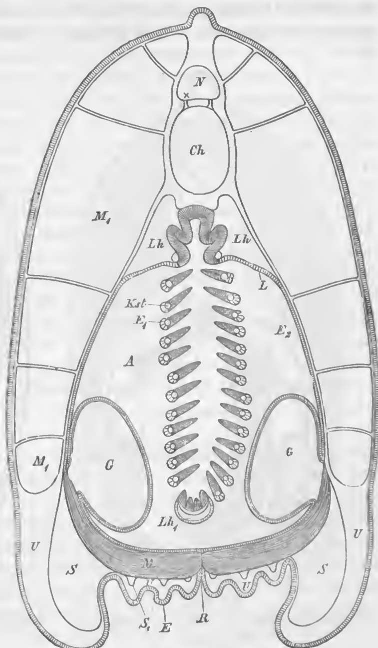


Fig. 206. — Sezione trasversa dell'*Amphioxus*, nella metà anteriore (Da Rolph).

L'invoglio esterno forma il semplice strato cellulare dell'epidermide (*Epidermis E*). Disotto giace il sottile strato dermico (*Corium*) il cui tessuto sottocutaneo (*U*) è inspessito; esso manda dei tramezzi di tessuto connettivo verso l'interno fra i muscoli (M_1) e alla guaina della corda: *N*, Tubo midollare; *Ch*, Corda dorsale; *Lh*, Cavità del corpo; *A*, Cavità del mantello; *L*, Parete superiore di esso, E_1, Parete interna di esso; E_2, Parete esterna di esso; *Kst*, Bastoncini branchiali; *M*, Muscoli ventrali; *R*, *Raphe* o sutura di saldamento delle pieghe ventrali (opercolo branchiale); *G*, Ghiandole sessuali.

Se voi ora riunite in un quadro complessivo i risultati del nostro esame anatomico dell'*Amphioxus* e se paragonate questo quadro colla nota organizzazione dell'uomo, la distanza fra i due vi sembrerà enorme. Di fatto la più alta fioritura dell'organismo vertebrato la quale ci è rappresentata dall'uomo sotto ogni riguardo si solleva di tanto al disopra di quell'infimo grado al quale rimane l'*Amphioxus* che dapprima vi parrà appena possibile collocare le due forme in una medesima divisione principale del regno animale. E tuttavia questa riunione è inamovibilmente fondata. L'uomo non è altro che un ulteriore stadio evolutivo dello stesso tipo di vertebrato che si presenta già innegabilmente nel suo caratteristico abbozzo nello *Amphioxus*. Voi non avete che ricordarvi dello schema datovi precedentemente del prototipo ideale del vertebrato e a paragonare ad esso i diversi gradi evolutivi inferiori dell'embrione umano per convincervi della nostra prossima parentela coll'*Amphioxus* (cfr. la XI confer. p. 189).

È bensì vero che l'*Amphioxus* rimane molto al disotto di tutti gli altri vertebrati tuttora viventi. È vero che gli manca insieme col capo differenziato uno sviluppato

cervello ed un cranio i quali contraddistinguono tutti gli altri vertebrati. Manca ad esso l'apparato uditivo ed il cuore centralizzato che tutti gli altri possiedono; così pure gli mancano reni sviluppati. Ogni singolo organo appare in forma più semplice ed imperfetta che non in tutti gli altri. E tuttavia il caratteristico fondamento, la caratteristica connessione e giacitura di tutti gli organi è affatto la stessa come in tutti i rimanenti

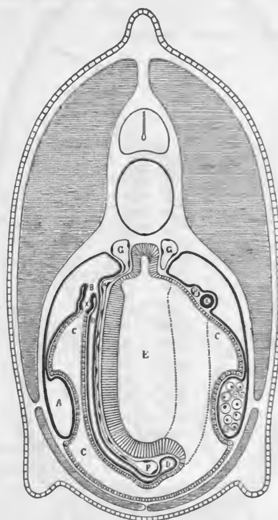


Fig. 207.
Sezione trasversa pel mezzo dell'*Amphioxus*.
Da Boveri.

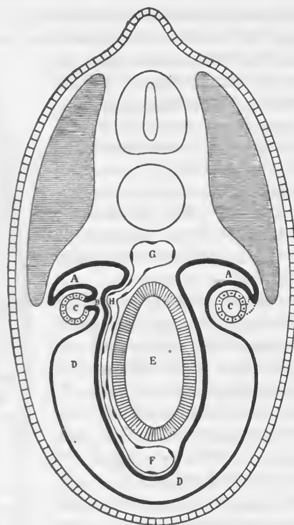


Fig. 208.
Sezione trasversa di un embrione di selace.
Da Boveri.

Fig. 207. A sinistra essa taglia per la sua lunghezza un bastoncino branchiale, a destra una fessura branchiale; corrispondentemente è visibile a sinistra un intero canaletto pronefridiale (x), a destra solo la sezione trasversa del suo ramo anteriore. *A*, Camera genitale (parte ventrale dell'ipocelo); x, Pronefridio; *B*, La sua apertura celomica; *C*, Cavità del mantello; *D*, Cavità del corpo; *E*, Cavità intestinale; *F*, Vena intestinale; *G*, Aorta (il ramo sinistro è collegato per mezzo di un vaso branchiale colla vena intestinale); *H*, Vaso renale. — Fig. 208. A sinistra i proreni (*B*), a destra i reni primitivi (*A*); a destra le linee punteggiate indicano il futuro sbocco dei nefridii (*A*) nel nefrodotto (*C*); *D*, Cavità del corpo; *E*, Cavità intestinale; *F*, Vena intestinale; *G*, Aorta; *H*, Vaso renale.

vertebrati; e tuttavia questi tutti durante il loro sviluppo embrionale attraversano di buon'ora uno stadio in cui tutto il complesso della loro organizzazione non si eleva al disopra di quella dell'*Amphioxus*, ma invece concorda essenzialmente con essa (cfr. le tabelle XV-XVII, pag. 296-298).

Per chi voglia convincersi in modo affatto chiaro di questo significatissimo fatto è specialmente istruttivo il paragone dell'*Amphioxus* colle forme giovanili di sviluppo di quei vertebrati che nel sistema naturale stanno più vicini a quello stipite. Questi ci sono offerti dalla classe dei *ciclostomi*. Di questa rimarchevole e un dì numerosissima

classe animale non vivono più oggidì che pochissime specie che si distribuiscono in due diversi gruppi. L'un gruppo è formato dai *mixinoidi* che ci sono ben noti in seguito alla classica opera di Giovanni Müller sull'*Anatomia comparata dei mixinoidi.* L'altro gruppo è formato dai *petromizonti*, dalle conosciutissime lamprede che allo stato marinato sono da noi apprezzate come ghiottornie. Tutti questi ciclostomi vengono per solito collocati nella classe dei pesci. Essi stanno però molto al disotto dei pesci veri e formano un interessantissimo gruppo di collegamento fra questi e l'*Amphioxus.* Quanto essi siano vicini a quest'ultimo lo vedrete chiaramente paragonando una giovane lampreda (*Petromyzon*, tav. XI, fig. 16) coll'*Amphioxus* (fig. 15). La corda dorsale (*ch*) ha in entrambi la stessa semplicità, così pure il tubo midollare (*m*) che giace al disopra della corda ed il tubo intestinale (*d*) che giace sotto ad essa. Tuttavia nella lampreda il tubo midollare si gonfia presto in una semplice vescica cerebrale piriforme (m_1) ed ai due lati di questa appare un semplicissimo occhio (*au*) ed una semplice vescicola uditiva (*g*). La narice (*n*) è una fossetta impari come nell'*Amphioxus.* Anche le due sezioni dell'intestino, l'anteriore intestino branchiale (*k*) ed il posteriore intestino epatico (*d*), si presentano nel *Petromyzon* in modo affatto simile e semplicissimo. Invece si mostra un progresso essenziale nella struttura del cuore che qui appare al disotto delle branchie come un tubo muscolare centralizzato e si divide in un atrio (*hv*) ed un ventricolo principale (*hk*). Più tardi la lampreda prende uno sviluppo notevolmente superiore, acquista un cranio, cinque ampolle cerebrali, una serie di sacche branchiali indipendenti, ecc. Con ciò è tanto più interessante la spiccata concordanza che la sua « larva » giovanile mostra coll'*Amphioxus* adulto (116).

Mentre in tal modo l'*Amphioxus* per mezzo dei ciclostomi si rannoda direttamente ai pesci e per mezzo di essi alla serie dei vertebrati superiori, esso ha d'altra parte una stretta parentela con un invertebrato marino inferiore del quale a primo aspetto sembra essere lontano le mille miglia. Questo notevole animale è l'*Ascidia* che si considerava una volta come prossima parente delle bivalvi e veniva perciò collocata nel tipo dei molluschi. Dopochè però nell'anno 1866 noi abbiamo imparato a conoscere la notevole ontogenesi di questi animali, non v'ha più alcun dubbio che essi non abbiano nulla da fare coi molluschi. Per contro pel complesso della loro evoluzione individuale essi, con massimo stupore degli zoologi, si sono palesati quali i più prossimi parenti dei vertebrati. Le ascidie, allo stato adulto, sono ammassi informi che a prima vista non si prenderebbero sicuramente per animali. Il corpo ovale, spesso mammillonato od irregolarmente bernoccoluto sul quale non si possono affatto distinguere speciali parti esterne è da una parte saldato a piante marine, a pietre od al fondo del mare. Molte specie appaiono come un tubero di patata, altre come un melocactus, altre come una prugna secca. Molte ascidie formano rivestimenti a mo' di croste al tutto inconspicui sulle pietre e sulle alghe marine. Alcune specie maggiori vengono mangiate come ostriche. I pescatori, che le conoscono bene, non le tengono per animali, ma per vegetali marini. Così è che sul mercato dei pesci di molte città marittime d'Italia esse vengono offerte a buon prezzo insieme con altri animali marini inferiori sotto il nome di *frutti di mare.* Non v'ha proprio nulla che esternamente accenni ad un animale. Quando vengon tratte fuori dal mare mediante la draga si osserva tutt'al più una leggera contrazione del corpo che ha per effetto di far sprizzare l'acqua da due punti del corpo. Il più delle ascidie sono molto piccole, lunghe solo un paio di linee od al massimo alcuni pollici. Poche specie raggiungono un piede di

lunghezza od un po' di più. Vi sono numerose specie di ascidie ed in tutti i mari se ne trovano. Anche di tutta questa classe di animali, come degli acranii, non conosciamo alcuna reliquia fossile poichè essi non hanno parti dure atte a pietrificarsi. Ad ogni modo anche questi animali hanno un'alta antichità ed esistevano già sicuramente durante l'epoca primordiale.

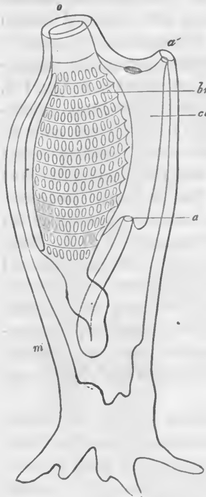


Fig. 209. — Organizzazione di un' ascidia (vista dal lato sinistro come sulla Tavola XI, fig. 14).

Il lato dorsale è rivolto a destra, il ventrale a sinistra, l'apertura boccale (*o*) all' alto; all' opposta estremità caudale l'ascidia è fissata. L' intestino branchiale (*br*), che è attraversato da molte fessure, si prosegue inferiormente nell'intestino medio. L' intestino terminale si apre per mezzo dell'ano (*a*) nella cavità del mantello (*cl*) dalla quale gli escrementi coll'acqua respiratoria vengono espulsi pel poro del mantello o sbocco cloacale (*a'*); *m*) Mantello. Da Gegenbaur.

L'intera classe cui appartengono le ascidie porta il nome di *tunicati* perchè il corpo è rinchiuso in un fitto e solido invoglio come in un mantello. Questo mantello che ora appare molle come gelatina, ora tenace come cuoio, ora saldo a mo' di cartilagine è distinto da molte singolarità. La più notevole è certamente che esso consiste di una massa simile a legno, di *cellulosa*, della stessa sostanza che forma le solide membrane delle cellule vegetali, la sostanza del legno. I tunicati sono la sola classe di animali che posseggono realmente un invoglio di cellulosa, un rivestimento xiloide. Talora questo mantello di cellulosa è variopinto, talaltra incoloro. Non raramente esso è rivestito di aculei o peli come un cactus. Spesso è intrecciata nel mantello una massa di corpi estranei: pietre, sabbia, frammenti di conchiglie marine, ecc. Un'ascidia porta perciò il nome di « Microcosmos » (117).

Per apprezzare rettamente l'interna organizzazione dell'ascidia e per poterla paragonare coll'*Amphioxus* noi dobbiamo immaginarcela nella stessa posizione come quest'ultimo (tav. XI, fig. 14, dal lato sinistro, l'estremità boccale è rivolta in alto, il dorso a destra, il ventre verso sinistra). L'estremità posteriore, la quale corrisponde alla coda dell'*Amphioxus*, è per solito saldamente fissata, spesso mediante vere radici. Il lato ventrale e il lato dorsale sono internamente molto differenti, esternamente però spesso non si possono distinguere. Se noi ora apriamo il fitto mantello per osservare l'interna organizzazione allora noi troviamo dapprima una cavità molto spaziosa piena d'acqua, la *cavità del mantello* o cavità respiratoria (fig. 209, *cl*; tav. XI, fig. 14, *cl*). Essa viene anche detta cavità branchiale o cavità cloacale perchè oltre all'acqua della respirazione essa accoglie anche gli escrementi ed i prodotti sessuali. La massima parte della cavità respiratoria è occupata dal ragguardevole *sacco branchiale* a graticcio (*br*). Esso per tutta la sua posizione e struttura è così simile alla gabbia branchiale dell'*Amphioxus* che già da molti anni, prima che si sapesse nulla della vera affinità fra quei due animali, questa spiccata rassomiglianza era stata rilevata dal naturalista inglese Goodsir. Difatto anche nella ascidia l'apertura boccale (*o*) ci conduce dapprima entro a questo sacco branchiale. L'acqua respiratoria passa per le fessure di questo sacco branchiale graticolato nella cavità branchiale e viene espulsa da questa per mezzo del foro respiratorio od apertura

di egresso (a_1). Lungo il lato ventrale del sacco branchiale scorre un solco ciliato, lo stesso « solco ipobranchiale » che noi abbiamo già trovato precedentemente nello stesso sito nell'*Amphioxus* (tav. XI, fig. 14, *y*). Il nutrimento dell'ascidia consiste parimente di piccoli organismi, infusori, diatomee, elementi di vegetali ed animali marini decomposti, ecc. Questi pervengono coll'acqua respiratoria nella gabbia branchiale ed al termine di essa nella parte digerente del canale intestinale, anzitutto in un allargamento che rappresenta lo *stomaco* (fig. 14, *mg*). L'annesso intestino tenue fa per solito una curva, si ripiega verso l'avanti e sbocca per un'apertura anale (vedi la figura 209, *a*) non direttamente all'esterno ma solo nella cavità del mantello; da questa gli escrementi insieme coll'acqua respirata e coi prodotti sessuali vengono emessi per la stessa apertura (a_1). Questa ultima viene chiamata ora poro branchiale o respiratorio (*porus branchialis*), ora apertura di egestione o sbocco della cloaca (tav. XI, fig. 14, *q*). In molte ascidie sbocca nell'intestino una massa ghiandolare che rappresenta il fegato (fig. 14, *lb*). In alcune si trova presso al fegato ancora un'altra ghiandola che si crede il rene (fig. 14, *u*). La vera cavità del corpo, o il celoma, che è ripiena di sangue e che racchiude l'intestino epatico è nell'ascidia molto stretta come nell'*Amphioxus*, ed anche qui fu per solito scambiata coll'ampia cavità palleale o « cavità peribranchiale » ripiena d'acqua.

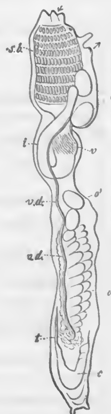


Fig. 210. Organizzazione di un'ascidia (come fig. 209 e tav. XI, fig. 15, vista dal lato sinistro).

sb) Sacco branchiale; *v*) Stomaco; *i*) Intestino tenue; *c*) Cuore; *t*) Testicolo; *vd*) Vaso deferente; *o*) Ovario; *o'*) Uova mature nella cavità del mantello. Le due piccole freccie indicano l'entrata e l'uscita dell'acqua per le due aperture del mantello. Da Milne-Edwards.

Di una corda dorsale, di un interno scheletro assile nell'ascidia adulta non v'ha traccia. Tanto più interessante è il fatto che il giovane animale che sbuccia dall'uovo possiede una *corda* (tav. X, fig. 5, *ch*) e che sopra essa giace un tubo midollare rudimentale (fig. 5, *m*). Quest'ultimo nell'ascidia adulta è interamente raggrinzato e forma un piccolo ganglio nervoso che giace anteriormente al disopra della gabbia branchiale (fig. 14, *m*). Esso corrisponde al cosidetto « ganglio esofageo superiore » o al « cervello primitivo » di altri vermi. Organi speciali di senso mancano interamente o non sussistono che in forma estremamente semplice, come macchie oculari e tubercoli tattili o tentacoli che circondano la bocca (fig. 14, *au*, occhi). Il sistema muscolare è sviluppato in modo molto debole ed irregolare. Immediatamente sotto al sottile derma e strettamente legato ad esso si trova un sottile strato di muscoli cutanei come nei vermi inferiori. Per contro l'ascidia possiede un cuore centralizzato e per questo punto si mostra più altamente organizzata che non l'*Amphioxus*. Al lato ventrale dell'intestino, abbastanza più indietro della gabbia branchiale, giace un cuore fusiforme (fig. 14, 4. *z*). Esso possiede permanentemente quella semplice forma tubulare che è presentata transitoriamente dal primo abbozzo del cuore nei vertebrati (cfr. il cuore dell'embrione umano, fig. 195, *c*, pag. 272). Questo cuore semplice dell'ascidia ci mostra però una meravigliosa singolarità: esso si contrae cioè in direzione alternante. Mentre in tutti gli altri animali la pulsazione del cuore avviene costantemente in una determinata direzione (e cioè, per regola, dall'indietro all'avanti) essa nella ascidia si avvicenda in direzioni opposte. Dapprima il cuore si contrae in direzione dall'indietro all'avanti, poi sta dopo un minuto in riposo ed incomincia la pulsazione

QUINDICESIMA TABELLA

Specchio delle più importanti omologie fra l'embrione dell'Uomo, l'embrione dell'Ascidia e l'Amphioxus adulto da un lato di fronte all'uomo adulto dall'altro.

EMBRIONE DELL'ASCIDIA	AMPHIOXUS ADULTO	EMBRIONE DELL'UOMO	UOMO ADULTO
Epidermide nuda	Epidermide nuda	Epidermide nuda	Epidermide pelosa
(Strato cellullare semplice)	(Strato cellulare semplice)	(Strato cellulare semplice)	(Strato cellulare multiplo)
Semplice tubo midollare	Semplice tubo midollare	Semplice tubo midollare	Midollo spinale differenziato
Cervello con una ampolla	Cervello con una ampolla	Cervello con una ampolla	Cervello con cinque ampolle
Proreni (?)	Canali prorenali	Canali prorenali	Proreni regressi
Cavità palleale	Cavità palleale	Condotto prorenale	Condotti sessuali
Derma semplice, sottile	Derma semplice, sottile	Derma semplice, sottile	Derma spesso, differenziato
Semplice tubo muscolare-cutaneo	Placche muscolari segmentali	Placche muscolari segmentali	Musculatura differenziata dal tronco
Corda dorsale	Corda dorsale	Corda dorsale	Celoma vertebrale
Manca il cranio	Manca il cranio	Manca il cranio	Cranio osseo
Mancano arti	Mancano arti	Mancano arti	Due paia di arti
Cavità del corpo semplice (celoma)	Cavità del corpo segmentale (celoma)	Cavità del corpo segmentale (celoma)	Cavità toracica ed addominale distinte
Cuore ventrale uniloculare	Tubo cardiaco ventrale	Cuore ventrale	Cuore ventrale
Vaso dorsale	Aorta	Aorta	Aorta
Semplice tubo epatico	Semplice tubo epatico	Semplici tubi epatici	Fegato compatto differenziato
Intestino cefalico semplice con fessure branchiali	Intestino cefalico semplice con fessure branchiali	Intestino cefalico semplice con fessure branchiali	Intestino cefalico differenziato senza fessure branchiali

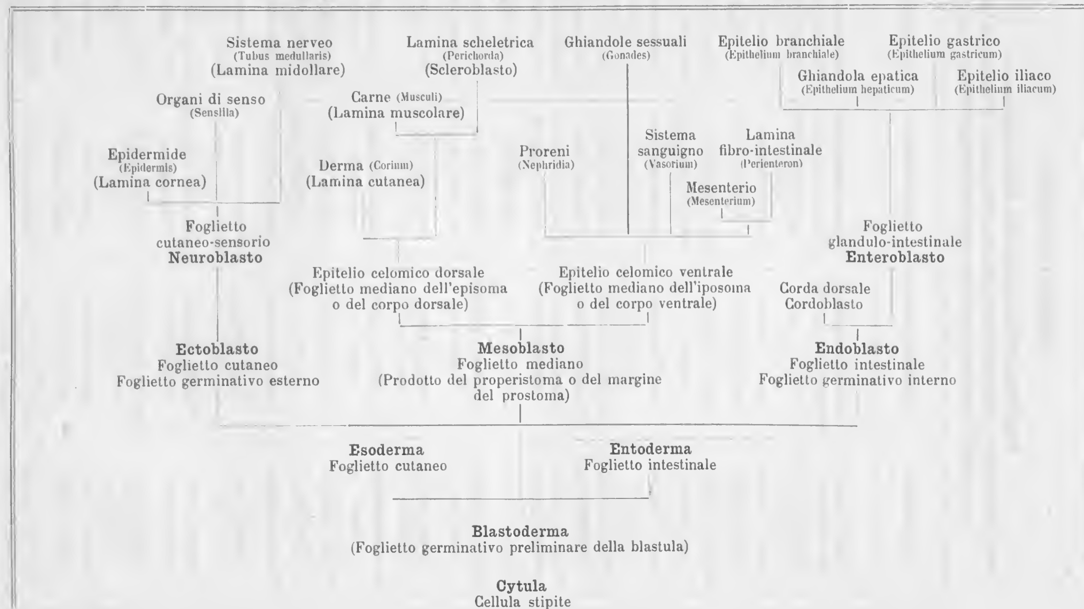
SEDICESIMA TABELLA

Specchio della parentela morfologica tra l'Ascidia e l'Amphioxus da un lato ed il Pesce e l'Uomo dall'altro, in istato perfettamente adulto.

ASCIDIA ADULTA	AMPHIOXUS ADULTO	PESCE ADULTO	UOMO ADULTO
Capo e tronco non segmentati	Capo e tronco omonimamente segmentati	Capo e tronco eteronimamente segmentati	Capo e tronco eteronimamente segmentati
Mancano arti	Mancano arti	Due paia di arti	Due paia di arti
Manca il crânio	Manca il cranio	Cranio sviluppato	Cranio sviluppato
Manca l'joide	Manca l'joide	Joide	Joide
Manca l'apparato mascellare	Manca l'apparato mascellare	Apparato mascellare (mascella super. e infer.)	Apparato mascellare (mascella super. e infer.)
Manca la colonna vertebrale	Manca la colonna vertebrale	Colonna vertebrale articolata	Colonna vertebrale articolata
Manca la gabbia toracica	Manca la gabbia toracica	Gabbia toracica	Gabbia toracica
Manca un cervello differenziato	Manca un cervello differenziato	Cervello differenziato con quattro ampolle	Cervello differenziato con quattro ampolle
Rudimenti di occhi	Rudimenti di occhi	Occhi sviluppati	Occhi sviluppati
Manca un apparato uditivo	Manca un apparato uditivo	Apparato uditivo con tre canali circolari	Apparato uditivo con tre canali circolari
Manca il nervo simpatico	Manca il nervo simpatico	Nervo simpatico	Nervo simpatico
Epitelio intestinale ciliato	Epitelio intestinale ciliato	Epitelio intestinale non ciliato	Epitelio intestinale non ciliato
Fegato semplice (o nullo)	Fegato semplice (cieco)	Ghiandola epatica composta	Ghiandola epatica composta
Manca il pancreas	Manca il pancreas	Pancreas sviluppato	Pancreas sviluppato
Niuna vescica natatoria	Niuna vescica natatoria	Vescica natatoria (inizio dei polmoni)	Polmoni (vescica natatoria)
Semplici proreni (*Protonephra ?*)	Canaletti prorenali (*Pronephridia*)	Reni primitivi sviluppati (*Mesonephra*)	Reni definitivi sviluppati (*Metanephra*)
Semplice tubo cardiaco	Semplice cuore tubulare (vaso ventrale)	Cuore con valvole e camere	Cuore con valvole e camere
Sangue incoloro	Sangue incoloro	Sangue rosso	Sangue rosso
Manca la milza	Manca la milza	Milza presente	Milza presente
Solco ciliato lungo la gabbia branchiale	Solco ciliato lungo la gabbia branchiale	Ghiandola tiroide	Ghiandola tiroide

DICIASETTESIMA TABELLA

Specchio dell'origine dei foglietti embrionali dell'Amphioxus dalla Citula e degli organi principali dai foglietti (Albero genealogico ontogenetico cellulare dell'*Amphioxus*) (125).



opposta spingendo allora il sangue dall'avanti all'indietro; i due grandi vasi che partono dalle due estremità del corpo funzionano dunque alternativamente da arteria e da vena. Questa è una singolarità che appartiene solo ai tunicati.

Dei rimanenti organi importanti sono ancora da ricordarsi le ghiandole sessuali che giaciono affatto posteriormente nella cavità del corpo. Le ascidie sono tutte ermafrodite. Ogni individuo possiede una ghiandola maschile ed una ghiandola femminile ed è perciò in grado di fecondarsi da sè. Le uova mature (fig. 210, *o'*) cadono direttamente dall'ovario (*o*) nella cavità palleale. Invece lo sperma maschile dal testicolo (*t*) viene condotto da uno speciale vaso deferente (*v d*) direttamente nella stessa cavità. Qui avviene la fecondazione e qui in molte ascidie si trovano già embrioni sviluppati (tav. XI, fig. 14, *z*). Questi ultimi vengono poi espulsi insieme coll'acqua respiratoria per l'apertura cloacale (*q*) e perciò sono partoriti vivi.

Molte ascidie, sopratutto delle piccole specie, non si moltiplicano solo per riproduzione sessuale ma anche in via asessuale per gemmazione. Pel fatto che molti singoli individui così prodottisi per gemmazione rimangono per tutta la vita intimamente connessi si formano estese colonie o cormi simili ai noti polipai. Fra queste ascidie coloniali o composte sono specialmente interessanti quei generi nei quali la colonia appare leggiadramente composta da molti gruppi di persone disposte a stelle. Ogni gruppo stelliforme risulta di un numero maggiore o minore di persone ognuna delle quali possiede per vero la sua organizzazione indipendente ed una speciale apertura boccale. Tutte le persone riunite hanno solo un'unica apertura cloacale comune che si trova nel centro del gruppo stelliforme.

Se voi ora rivolgete ancora una volta uno sguardo retrospettivo al complesso dell'organizzazione delle ascidie semplici (sopratutto *Phallusia*, *Cynthia*, ecc.) e la paragonate con quella dell'*Amphioxus*, voi troverete che le due forme non offrono che pochi punti di contatto. Certamente l'ascidia sviluppata sotto alcuni importantissimi rapporti di struttura interna ed anzitutto nella peculiare natura della gabbia branchiale e dell'intestino è simile all'*Amphioxus*. Ma nel più delle altre condizioni organiche essa ne appare tuttavia così remota e nell'esterno aspetto così dissimile che solo colla conoscenza della sua embriologia potè essere palesata la strettissima affinità che intercede fra le due forme animali. Noi ora considereremo comparativamente l'evoluzione individuale di entrambi questi animali e così troveremo con nostra grande sorpresa che dall'uovo dell'*Amphioxus* si sviluppa la stessa forma embrionale come dall'uovo dell'ascidia.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE X e XI.

Tav. X. — Ontogenesi dell'Ascidia e dell'Amphioxus.

(In massima parte da Kowalevsky).

Figg. 1-6. — Ontogenesi dell'Ascidia.

Fig. 1. Cellula-stipite (Cytula) di un'Ascidia. — Nel chiaro protoplasma della citula giace eccentricamente un chiaro nucleo sferico e dentro esso uno scuro nucleolo.

Fig. 2. Un uovo di Ascidia in segmentazione. — La citula per ripetuta scissione si è divisa in quattro cellule uguali.

Fig. 3. Blastula dell'Ascidia. — Le cellule nate dalla segmentazione formano una vescica sferica piena di liquido, la cui parete risulta di un solo strato cellulare, che è il blastoderma cfr. fig. 29, F, G, pag. 115).

Fig. 4. Gastrula dell'Ascidia nata dalla Blastula (fig. 3) per invaginazione. — La parete dell'intestino primitivo (*d*) che si apre in *o* per mezzo della bocca primitiva risulta da due strati cellulari: l'interno foglietto intestinale (formato da cellule maggiori) e l'esterno foglietto cutaneo (formato da cellule minori).

Fig. 5. Larva liberamente natante dell'Ascidia. — Fra il tubo midollare (*m*) ed il tubo intestinale (*d*) si intromette la corda dorsale (*cd*) la quale corre per tutta la lunghezza della coda rematoria fino alla sua punta.

Fig. 6. Sezione trasversa della larva dell'Ascidia (fig. 5). — Attraverso alla parte posteriore del tronco prima della partenza della coda. La sezione è interamente la stessa come nella larva dell'*Amphioxus* (figg. 11-12). Fra il tubo midollare e il tubo intestinale (*d*) giace la corda dorsale (*ch*) da ambo i lati i muscoli laterali del tronco (*r*, prodotti delle tasche celomiche pari). (Cfr. le figure 76-81, pagg. 166-168).

Figg. 7-13. Ontogenesi dell'Amphioxus.

Fig. 7. Cellula stipite (Cytula) dell'Amphioxus (cfr. fig. 1).

Fig. 8. Un uovo di Amphioxus in segmentazione (cfr. fig. 2).

Fig. 9. Blastula dell'Amphioxus (cfr. fig. 3).

Fig. 10. Gastrula dell'Amphioxus (cfr. fig. 4).

Fig. 11. Giovane larva d'Amphioxus. — Fra il tubo midollare (*m*) e il tubo intestinale (*d*) gira la corda dorsale (*ch*). Il tubo midollare ha all'estremità anteriore del corpo un'apertura (neuroporus, *ma*).

Fig. 12. Larva più avanzata dell'Amphioxus. — Da ambo i lati del tubo midollare (*m*) e della corda (*ch*) è visibile una serie longitudinale di lamine muscolari (*mp*) nate dal segmentarsi delle tasche celomiche pari; con ciò vengono determinati i protosegmenti o metameri. Anteriormente si è formato un organo di senso (*ss*). La parete del tubo intestinale (*d*) è disotto al lato ventrale (*du*) molto più spessa che non disopra, al lato dorsale (*do*). La parte anteriore del tubo intestinale si allarga a formare la gabbia branchiale.

Fig. 13. Sezione trasversa dell'Amphioxus sviluppato (fig. 15) alquanto più indietro della metà del corpo. — Sopra al tubo intestinale (*d*) è visibile il vaso dorsale od arteria del corpo (aorta *t*), sotto ad esso il vaso ventrale o vena intestinale (vena *principalis* o *subintestinalis*, *v*). Contro la parete interna della cavità palleale o peribranchiale (*c*) giaciono gli ovarii (*e*), esternamente ad essi i canali laterali dei lobi del mantello od opercoli branchiali (*u*). I muscoli dorsali (*r*) sono divisi da fascie muscolari intermedie (*m b*) in parecchi pezzi; *f* Pinna dorsale.

Tav. XI. — Struttura dell'Ascidia, dell'Amphioxus e della larva del Petromyzon.

Per facilitare il paragone tutti i tre animali sono collocati l'un presso all'altro nella stessa posizione e grandezza; veduta dal lato sinistro. L'estremità cefalica è diretta all'alto, l'estremità caudale al basso, il lato dorsale a destra, il ventrale a sinistra. L'integumento al lato sinistro del corpo è tolto via per mostrare l'interna struttura nella posizione naturale degli organi.

Fig. 14. Un'Ascidia semplice (Monascidia), ingrandita 6 volte.

Fig. 15. Un Amphioxus adulto (ingrandito 4 volte).

Fig. 16. Una giovane larva di Lampreda (*Petromyzon planeri*) undici giorni dopo l'uscita dell'uovo, ingrandito 45 volte. Da Max Schultze. — La larva del Petromyzon, che più tardi subisce una metamorfosi, era una volta distinta come genere speciale sotto il nome di *Ammocœtes*.

Il significato delle lettere è lo stesso in tutte le figure.

Indice alfabetico del significato dei caratteri sulle tavole X e XI.

a) Apertura anale.
au) Occhio.
b) Muscoli ventrali.
ch) Corda dorsale.
cl) Cavità cloacale.
cs) Guaina della corda.
d) Tubo intestinale.
do) Parete dorsale dell'intestino.
du) Parete ventrale dell'intestino.
e) Ovario.
en) Endostilo (parete della doccia faringea).
f) Orlo a pinna.
g) Vescicola uditiva.
h) Lamina cornea.
kd) Testicolo.
hk) Ventricolo del cuore.
hv) Atrio del cuore.
hz) Cuore.
i) Uova.
k) Branchie.
ha) Arteria branchiale.
l) Lamina dermica (*cutis*).
lb) Fegato.
lb') Estremità anteriore di esso.
lv) Vena epatica.
m) Tubo midollare.
m_1) Vescica cerebrale.
m_2) Midollo spinale.
ma) Apertura anteriore del tubo midollare.
mb) Fascie muscolari.
mg) Stomaco.
mh) Cavità boccale.
mp) Lamina muscolare.
mt) Mantello.
n) Narice (fossa olfattiva).
o) Apertura boccale.
p) Poro ventrale (poro del mantello).
q) Apertura egestoria (apertura cloacale).
r) Muscoli dorsali.
s) Pinna caudale.
sl) Vaso deferente.
sm) Sbocco del vaso deferente.
ss) Organo di senso.
t) Aorta (vaso dorsale).
th) Tiroidea.
u) Canale laterale delle valvole del mantello.
v) Vena intestinale (vaso ventrale).
w) Fibre radicali dell'ascidia.
x) Limite fra l'intestino branchiale e l'epatico (anche limite fra capo e tronco).
y) Gronda faringea (solco vibratile).
z) Embrioni dell'ascidia.



DICIASETTESIMA CONFERENZA

Ontogenesi dell'Amphioxus e dell'Ascidia.

« La storia primitiva della specie sarà tanto più compiutamente conservata nella sua embriologia quanto più lunga è la serie degli stati giovanili che essa uniformemente percorre, e tanto più fedele quanto meno il modo di vita dei giovani si allontana da quello degli adulti, e quanto meno le peculiarità dei singoli stadii giovanili si possono interpretare come proprie di stadii ulteriori e da questi respinte in stadii più precoci o come indipendentemente acquisite ».

FRITZ MÜLLER (1864).

Ontogenesi palingenetica dell'Amphioxus,
quale prototipo ideale dell'evoluzione dei vertebrati.
Concordanza essenziale di essa coll'ontogenesi dell'ascidia.
Parentela dei tunicati coi vertebrati.

Contenuto della diciasettesima Conferenza.

Parentela dei vertebrati e degli invertebrati. — Fecondazione dell'*Amphioxus*. — Per segmentazione totale nasce una sferica vescica blastodermica (blastula). — Da questa nasce per invaginazione la gastrula. — Questa si svolge presto nella cordula. — Nel mezzo del dorso si forma l'esodermico tubo nerveo, di sotto l'entodermica corda e da ambo i lati di essa le pari tasche celomiche, partendo dalle due primitive cellule mesodermiche. — Le tasche celomiche si scindono per una piega longitudinale laterale in tasche dorsali (episomiti) e ventrali (iposomiti). — Per segmentazione trasversale nascono dalle prime le tasche muscolari (miotomi), dalle altre le tasche sessuali (gonotomi). — Il tubo intestinale si divide in un intestino branchiale anteriore ed in un intestino epatico posteriore. — Dalla parete laterale del corpo si produce un paio di ripiegature cutanee (lobi palleali od opercolo branchiale) che saldandosi ventralmente formano l'ampia cavità branchiale (o palleale). — L'ontogenesi dell'ascidia è dapprima identica con quella dell'*Amphioxus*. — Si forma la stessa gastrula e cordula. — La coda colla corda viene rigettata. — L'ascidia si fissa e si avvolge d'un mantello di cellulosa. — Copelati od appendicularie che permangono tutta la vita allo stato della larva dell'ascidia e conservano la coda rematoria e la corda dorsale. — Comparazione generale ed importanza dell'*Amphioxus* e dell'ascidia.

Bibliografia.

A. Kowalevsky, *Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus*, 1867 (*Mém. Acad. Petersb.* vol. XI). — *Weitere Studien über die Entwickelungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus*, 1876 (*Arch. f. mikr. Anat.*, vol. XIII).

Berthold Hatschek, *Studien über Entwickelung des Amphioxus*, 1881 (*Arb. zool. Inst. Wien*, vol. IV). — *Ueber den Schichtenbau des Amphioxus*, 1888 (*Anat. Anz.*, vol. III, pag. 662).

A. Kowalevsky, *Entwickelungsgeschichte der einfachen Ascidien*, 1866 (*Mém. Acad. Petersb.*, vol. X). — *Weitere Studien über die Entwickelungsgeschichte der einfachen Ascidien*, 1871 (*Arch. für mikrosk. Anat.*, vol. VII).

C. Kupffer, *Zur Entwickelung der einfachen Ascidien*, 1872 (*Arch. f. mikr. Anat.*, vol. VIII).

O. Seeliger, *Zur Entwickelungsgeschichte der Ascidien*, 1882 (*Sitzungsber. Wien. Akad.*, e *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, 1884, vol. XVIII).

Eduard Van Beneden e Charles Julin, *La segmentation chez les Ascidiens. Développement d'une Phallusie, etc.*, 1884 (*Arch. de Biologie*, vol. V).

XVII.

Signori!

Le particolarità di struttura che distinguono i vertebrati dagli invertebrati sono così rilevanti che la parentela di questi due grandi gruppi del regno animale presentava un giorno alla sistematica le più grandi difficoltà. Allorchè, seguendo la teoria della discendenza, si cominciò a considerare la parentela dei diversi gruppi animali non più in senso figurato ma in senso veramente genealogico, anche questa questione si presentò subito in prima linea e parve presentare i maggiori impedimenti all'applicazione della teoria stessa. Già prima, quando senza il pensiero fondamentale del vero legame genealogico, si cominciarono a studiare le affinità dei grandi gruppi del regno animale, dei cosidetti « tipi » di Baer e Cuvier, si era creduto qua e là di trovare in diversi invertebrati dei punti di collegamento coi vertebrati; taluni vermi sopratutto parvero avvicinarsi per la struttura del corpo ai vertebrati, così, per esempio, le marine *sagitte*. Ma un più profondo esame mostrò che i paragoni tentati erano insostenibili. Dopochè il Darwin colla sua riforma della teoria della discendenza ebbe dato la spinta ad una vera filogenesi del regno animale, appunto la soluzione di tale questione parve particolarmente difficile. Quando io stesso nella mia morfologia generale (1866) intrapresi il primo tentativo di svolgere in modo particolareggiato la teoria della discendenza e di applicarla al sistema naturale, nessun problema filogenetico mi diede tali pensieri come il rannodamento dei vertebrati agli invertebrati.

Ora appunto a questo tempo fu affatto insperatamente trovata la vera connessione e ciò in un punto dove meno la si aspettava. Verso il termine dell'anno 1866 apparvero nelle *Memorie dell'Accademia di Pietroburgo* due lavori dello zoologo russo Kowalevsky, il quale si era trattenuto molto tempo a Napoli e si era occupato della embriologia di animali inferiori. Un caso fortunato aveva condotto quasi in pari tempo questo segnalato osservatore all'embriologia dell'infimo vertebrato, l'*Amphioxus*, ed a quella di un animale invertebrato che era l'ultimo in cui si sarebbe sospettata un'immediata parentela coll'*Amphioxus*, cioè l'*ascidia*. Con massimo stupore di tutti i zoologi che si interessavano di quell'importante oggetto, si rivelò fin dal principio dell'evoluzione individuale la più grande corrispondenza nel modo di formazione fra questi due animali affatto diversi, fra quell'infimo vertebrato da una parte e questo invertebrato sformato fisso al fondo del mare dall'altra. Con questa innegabile coincidenza ontogenetica, che si può constatare sino ad un grado sorprendente, era naturalmente, secondo la legge biogenetica fondamentale, anche trovato immediatamente il nesso genealogico tanto cercato ed era nettamente riconosciuto il gruppo di invertebrati che ha la più prossima parentela coi vertebrati. Da C. Kupffer, Eduard Van Beneden e Julin, come più tardi da molti altri zoologi, quell'importante

scoperta venne confermata, ed oggi non si può più avere alcun dubbio che fra tutte le classi degli animali invertebrati quella dei tunicati, e fra questi le ascidie, sono i più stretti consanguinei dei vertebrati. Non si può dire: i vertebrati discendono dalle ascidie; ben però si può sicuramente affermare: fra tutti gli animali invertebrati sono i tunicati, e fra questi ancora le ascidie, quelli che sono più prossimamente parenti coll'antichissima forma-stipite dei vertebrati. Come stipite comune di questi due gruppi si deve ammettere un genere estinto del multiforme tipo dei vermi.

Ora per apprezzare giustamente questa contingenza straordinariamente importante e sopratutto per acquistarci una base sicura per la cercata genealogia dei vertebrati, è indispensabile di esaminare minutamente l'ontogenesi di quelle due notevoli forme animali e di seguire passo per passo lo sviluppo embrionale dell'*Amphioxus* paragonandolo con quello dell'ascidia (cfr. tav. X e pag. 300). Cominciamo colla ontogenesi dell'*Amphioxus* (cfr. figg. 211-229 e tav. X, figg. 7-12). Su questa noi siamo ora esattamente edotti dalle accuratissime ricerche stabilite nella primavera del 1879 dallo zoologo Hatschek di Praga che confermano, completano ed estendono nel modo desiderato i dati del Kowalevsky. L'*Amphioxus* popola in quantità sterminata la spiaggia arenosa di un piccolo lago salato che giace in vicinanza di Faro, piccolo villaggio di pescatori all'entrata nord dello stretto di Messina e che è connesso col mare solo per uno stretto fossato. In questo sito il professor Hatschek si trattenne dieci settimane (da aprile a giugno 1879) per studiare compiutamente e senza interruzione l'embriologia dell'*Amphioxus*. Ciò gli riuscì così perfettamente che noi dobbiamo considerare i suoi *Studii sullo sviluppo dell'Amphioxus* pubblicati nel 1881 come uno dei più saldi fondamenti su cui possiamo stabilire la giusta importanza che quest'infimo vertebrato ha per l'antropogenia.

Dalle concordanti osservazioni instituite a Napoli dal Kowalevsky ed a Messina dall'Hatschek si ricava anzitutto che la segmentazione totale e la gastrulazione regolare dell'*Amphioxus* accadono nel modo più semplice, secondo quello stesso tipo che noi troviamo in molti animali inferiori di diversi tipi d'invertebrati e che noi precedentemente abbiamo chiamato tipo originario o primordiale; anche l'ascidia si sviluppa interamente secondo lo stesso tipo. Gli individui adulti di *Amphioxus* che da aprile a maggio appaiono in massa presso Messina cominciano per solito solo alla sera ad emettere i loro prodotti sessuali; tuttavia se li si piglia in un caldo pomeriggio e li si colloca in un vaso di vetro con acqua di mare, essi, in seguito a questo disturbo, emettono subito per l'apertura boccale le mature cellule sessuali. I maschi emettono vere nubi di sperma per la bocca ed anche le femmine espellono in tal quantità le loro uova che molte rimangono tuttavia aderenti ai loro filamenti boccali. Le due sorta di cellule sessuali arrivano dapprima, per deiscenza delle gonadi, nella cavità palleale, da questa per le fessure branchiali nell'intestino branchiale e di qui per l'apertura boccale vanno all'esterno.

Le uova sono semplici cellule tondeggianti. Esse hanno solo $^{1}/_{10}$ di millimetro di diametro, son dunque grandi la metà di quelle dei mammiferi e non presentano nulla di speciale (tav. X, fig. 7). Il chiaro protoplasma della matura cellula-uovo è così oscurato da innumerevoli granuli scuri di vitello nutritivo o deutoplasma che vi sono sparsi che il processo della fecondazione ed il comportarsi in esso dei due nuclei (pag. 104) è difficile da seguire. I mobili elementi del seme maschile, gli spermatozoi (o cellule seminali) fatti a mo' di spillo, rassomigliano a quelli del più degli altri animali (cfr. fig. 19, pag. 99). La fecondazione avviene pel fatto che queste mobili

cellule flagellate dello sperma si avvicinano all'uovo e colla loro parte cefalica, cioè colla parte inspessita che include il nucleo cellulare, cercano di penetrare nella massa vitellina, cioè nella sostanza cellulare dell'uovo. Ad un solo spermatozoo riesce di insinuarsi per un polo dell'asse dell'uovo nel vitello ed il suo capo o nucleo si fonde col nucleo femmineo dell'uovo che era rimasto dopo l'espulsione del corpo direttivo dalla vescicola germinativa. Così nasce il « nucleo-stipite », cioè il nucleo della « cellula-stipite » (*cytula;* fig. 27, pag. 104). Questa subisce ora una segmentazione totale scindendosi per ripetuta bipartizione in 2, 4, 8, 16, 32 cellule, ecc. Così prende origine il corpo sferico moriforme, che noi abbiamo designato precedentemente col nome di « *morula* ».

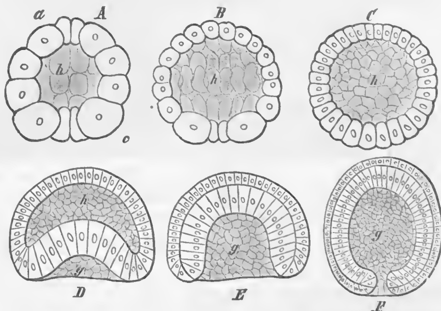


Fig. 211. — Gastrulazione dell'*Amphioxus*, da Hatschek (sezione trasversa verticale per l'asse dell'uovo).

A, *B*, *C*, Tre stadii della formazione della blastula; *D*, *E*, Invaginazione della blastula; *F*, Gastrula terminata; *h*) Cavità di segmentazione; *g*) Cavità progastrica.

La segmentazione dell'*Amphioxus* non segue in modo affatto uniforme come si ritenne dapprima secondo le prime osservazioni di Kowalevsky (1866). Essa non è interamente eguale, ma un poco irregolare od *adeguale*. Come trovò più tardi (1879) l'Hatschek, i blastomeri o cellule di segmentazione non rimangono uguali che sino allo stadio della morula il cui corpo sferico è composto di 32 cellule. In seguito, come avviene sempre nella segmentazione ineguale, i blastomeri vegetativi, che sono più pigri e si segmentano più lentamente, le cellule madri dell'endoderma, rimangono indietro nel processo della segmentazione. Al polo inferiore o vegetale dell'uovo si conserva per molto tempo invariata una corona di otto grandi cellule endodermiche, mentre le rimanenti cellule formando numerosi cerchi orizzontali, si scindono in un numero crescente di corone di sedici cellule. Più tardi le cellule di segmentazione si sospingono più o meno irregolarmente, mentre la cavità di segmentazione nell'interno della morula si estende vieppiù; infine le prime si portano tutte alla superficie di questa, cosicchè il germe acquista la nota forma vescicolare e forma una *sfera cava* la cui parete risulta da un unico strato di cellule (fig. 211, *A*-*C*). Questo strato è il *blastoderma*, il semplice epitelio dalle cui cellule provengono tutti quanti i tessuti del corpo. Nella vescica blastodermica o *blastula* l'asse dello sferico corpo è chiaramente designato dalle maggiori cellule del polo vegetale e dalle cellule minori del polo animale (fig. 211, *A*-*C*); le prime occupano il terzo inferiore, le ultime i due terzi superiori della sferica blastula.

Questi importantissimi primi processi embrionali si seguono nell'*Amphioxus* con tale rapidità che già quattro o cinque ore dopo la fecondazione, cioè a mezzanotte, la sferica blastula è già formata. Ora al polo vegetativo di essa appare un affondamento a mo' di fossa pel quale la sfera cava si invagina in se stessa (fig. 211, *D*).

Questa fossa si fa sempre più profonda (fig. 211, *E*, *F*); in ultimo la invaginazione diviene compiuta, cosicchè la parte interna invaginata della parete della vescica si applica interamente contro alla parte esterna non invaginata. Per tal modo si forma un corpo cavo emisferico la cui sottile parete è composta di due strati di cellule (fig. 211, *E*). La forma emisferica di esso ritorna presto ad una forma quasi sferica passando poi all'ovoide, poichè l'interna cavità si allarga notevolmente mentre la sua apertura al contrario si restringe (fig. 212 e tav. X, fig. 10). La forma ora in tal modo raggiunta dall'embrione di *Amphioxus* è una vera « *gastrula* », e precisamente quella primitiva semplice forma di essa che noi precedentemente abbiamo distinto col nome di « gastrula campanulata od archigastrula » (figg. 29-35, pag. 117).

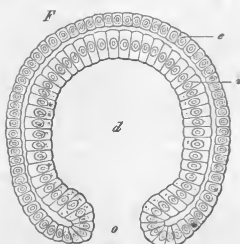


Fig. 212.
Gastrula dell'*Amphioxus*, in sezione longitudinale frontale (fra l'episoma e l'iposoma).

d) Intestino primitivo: *o*) Bocca primitiva; *i*) Foglietto intestinale o entoderma; *e*) Foglietto cutaneo od esoderma.

Come in tutti quegli animali inferiori che formano una simile archigastrula, anche nell'*Amphioxus* l'intero corpo di essa non è altro che un semplice tubo gastrico; l'interna cavità di essa è l'*intestino primitivo* (*progaster* od *archenteron;* figg. 211, *g;* 212, *d*); la sua semplice apertura è la bocca *primitiva* (*prostoma* o *blastoporus*, *o*). La parete è ad un tempo parete dell'intestino e parete del corpo. Essa viene costituita da due semplici strati di cellule che sono i due ben noti foglietti germinativi primarii. Lo strato cellulare interno o la parete non invaginata della vescicola blastodermica è l'*esoderma* od *ectoblasto*, il *foglietto germinativo animale* od esterno che fornisce l'esterno integumento (epidermis) ed il sistema nerveo (*c*). Le cellule dello strato interno od entoderma sono notevolmente più grandi, torbide, scure e ricche di grasso che non quelle dello strato esterno od esoderma, le quali sono più limpide, più chiare e meno ricche di goccioline adipose. Dunque già prima dell'invaginazione e nel corso di essa interviene un crescente differenziamento dell'interno strato cellulare invaginato e dell'esterno non invaginato. Dal protoplasma di ogni singola cellula si produce un'appendice filiforme che eseguisce ininterrotti moti vibratorii. Dalle vibrazioni di queste tenui ciglia vibratili la gastrula dell'*Amphioxus*, dopo che essa ha squarciata la sottile membrana dell'uovo, è spinta a nuoto pel mare come la gastrula di tanti altri animali (fig. 213). Come in molti altri animali inferiori, così anche nel nostro infimo vertebrato tutte le cellule vibratili sono provviste ognuna di una sola appendice vibratile simile ad una frusta, cioè di un « flagello » e sono perciò da considerarsi come *cellule flagellate* (in opposizione alle « cellule cigliate » che portano molte brevi ciglia).

La sorprendente celerità con cui si compie la gastrulazione dell'*Amphioxus* subisce, secondo le osservazioni di Hatschek, leggere variazioni, ed è tanto più grande quanto più calda è la temperatura. Nelle calde sere di primavera la gastrula è per solito già compiuta in 6 ore. Secondo una comunicazione più esatta dataci da quel distinto osservatore la prima divisione dell'uovo deposto alle 8 di sera e fecondato avviene già dopo un'ora; alle 10 esso si è diviso in 4 cellule di segmentazione, alle $10\,^1/_4$ in 8, alle $10\,^1/_2$ in 16, alle 11 ore in 32 cellule. Poco dopo mezzanotte o verso un'ora la blastula è compiuta; già dopo tre quarti d'ora questa comincia ad invaginarsi

e verso le tre del mattino la cavità di segmentazione è già completamente soppressa. Il progressivo rimpicciolimento della bocca della gastrula procede allora lentamente sino alle ore mattutine. Ma al mattino del primo giorno, cioè dopo il corso di 10 ore,

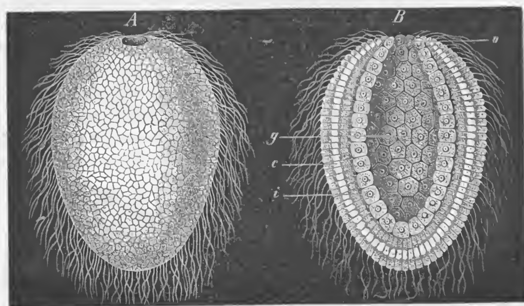


Fig. 213. — Gastrula di una spugna (*Olynthus*).

A, Dall'esterno; *B*, In sezione longitudinale per l'asse; *g*) Intestino primitivo; *o*) Bocca primitiva; *i*) Foglietto intestinale od entoderma; *e*) Foglietto cutaneo od esoderma.

essa è ancora largamente aperta; la sua completa chiusura succede più lentamente e per solito prende ancora la massima parte del pomeriggio.

Ora, nel corso ulteriore dell'evoluzione, la tondeggiante gastrula campanulata dell'*Amphioxus* si estende ancor più in lunghezza e nello stesso tempo comincia subito ad appiattirsi alquanto da un lato, parallelamente all'asse principale. Il lato appiattito è il futuro lato dorsale; l'opposto lato ventrale rimane rotondo e convesso. Quest'ultimo cresce più fortemente che il primo, cosicchè la bocca primitiva rimane spinta sul lato dorsale (fig. 214). Nel mezzo della faccia dorsale si forma un poco profondo solco longitudinale (fig. 217), e da ambo i lati di questo solco i margini del corpo si sollevano in forma di due liste o rigonfiamenti paralleli. Voi già indovinate che questo solco è il solco dorsale e che questi rigonfiamenti non sono altro che i rilievi dorsali o midollari; questi formano il primo inizio del sistema nervoso centrale, del tubo midollare. Ora i due rilievi midollari si fan presto più alti; il solco fra essi si fa sempre più profondo. I margini di questi due rilievi paralleli si incurvano l'un verso l'altro, infine si saldano ed il tubo midollare è compiuto (figg. 215, *m*; 216, *m*; tav. X, fig. 11, *m*). Sulla nuda faccia dorsale delle libere larve d'*Amphioxus* segue dunque la formazione di un tubo midollare dalla esterna epidermide precisamente in quel modo in cui l'abbiamo vista compiersi nell'embrione dell'uomo e in generale dei vertebrati superiori all'interno delle membrane dell'uovo. Anche qui come colà il tubo nerveo finisce per staccarsi completamente dalla lamina cornea.



Fig. 214. — Gastrula dell'*Amphioxus* in veduta laterale da sinistra (sezione ottica mediana). Da Hatschek.

g) Intestino primitivo; *u*) Bocca primitiva; *p*) Cellule polari peristomali; *i*) Entoderma; *e*) Esoderma; *d*) Lato dorsale; *v*) Lato ventrale.

È singolare la circostanza che il tubo midollare a quella estremità del corpo la quale più tardi è l'estremità anteriore o boccale dell'*Amphioxus* rimane aperto e possiede una stretta apertura esterna, il neuroporo (fig. 215, *np*). Invece all'estremità posteriore la cavità del tubo nerveo trapassa direttamente nel prostoma. Poichè qui i due margini del solco midollare crescono al disopra della bocca primitiva, rimane ancora come resto di essa una stretta apertura che serve di diretto passaggio fra le due cavità dell'intestino primitivo e del tubo nerveo; questo passaggio è il tipico condotto intestino-midollare o *canale neurenterico* (fig. 215, *ne;* cfr. pag. 217).

Contemporaneamente alla formazione del tubo midollare segue ora nell'embrione di *Amphioxus* il formarsi della corda, delle *tasche celomiche* e del *mesoderma* che trae origine dalle pareti di queste. Anche questi importanti processi avvengono qui

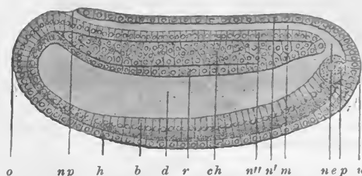


Fig. 215.

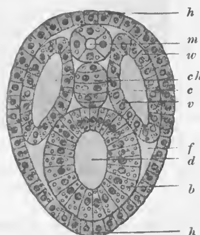


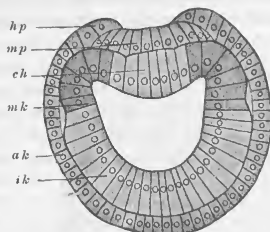
Fig. 216.

Cordula dell'*Amphioxus*. Fig. 215 sezione longitudinale mediana (veduta dal lato sinistro), fig. 216 in sezione trasversa. Da Hatschek.

Nella fig. 215 le tasche celomiche sono omesse per mostrare chiaramente la corda dorsale; la fig. 216 è alquanto schematica. *h*) Lamina cornea; *m*) Tubo midollare; *n*) La sua parete (*n'* dorsale, *n''* ventrale); *ch*) Corda dorsale; *np*) Neuroporo; *ne*) Canale neurenterico; *d*) Cavità intestinale; *r*) Parete dorsale dell'intestino; *b*) Parete ventrale dell'intestino; *u*) Bocca primitiva; *o*) Sito della futura fossa boccale; *p*) promesoblasti (cellule primitive o cellule polari del mesoderma); *w*) Foglio parietale; *v*) Foglio viscerale del mesoderma; *c*) Celoma; *f*) Resto della cavità di segmentazione.

con una semplicità e chiarezza tipica, cosicchè essi hanno una massima importanza per fare il confronto da un lato coi bilaterii inferiori (elminti), dall'altro coi vertebrati superiori (cranioti). Mentre nella linea mediana del piatto lato dorsale di questo embrione ovale allungato il solco midollare si approfonda ed i suoi margini paralleli si chiudono a formare il tubo nerveo, nasce direttamente sotto di esso l'impari corda e si formano dall'entodermica parete dorsale dell'intestino primitivo due ripiegature longitudinali parallele ai due lati di quella. Queste pieghe longitudinali pari dell'entoderma partono dal prostoma e cioè dal margine inferiore e posteriore di esso. Qui appaiono già molto di buon'ora due grandi cellule entodermiche che si distinguono da tutte le altre per notevole grandezza, forma arrotondata e protoplasma finamente granuloso; sono i due *promesoblasti* o *cellule polari del mesoderma* (fig. 215, *p*). Esse sono, come fu dimostrato concordemente da Rabl, Hatschek e più tardi da altri naturalisti, della massima importanza, poichè da esse nella gran maggioranza di tutti i bilaterii o celomarii prende le mosse la formazione del foglietto germinativo mediano. Nell'embrione dell'*Amphioxus* esse giaciono esattamente al polo aborale dell'asse longitudinale, al margine posteriore ed inferiore della bocca della gastrula la quale è respinta sul lato dorsale dell'estremità posteriore. Le due « cellule polari

del mesoderma » designano il punto originario di partenza delle pari tasche celomiche che partendo di qui crescono verso l'avanti insinuandosi fra il foglietto germinativo interno e quello esterno, si staccano dall'intestino primitivo e forniscono il materiale cellulare per il foglietto germinativo mediano (figg. 217-226).



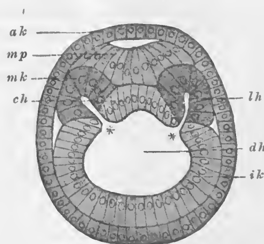
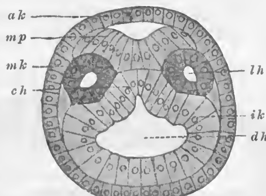


Fig. 217. Fig. 218.

Sezioni trasverse di larve di *Amphioxus*. Da Hatschek. Fig. 217 al principio della celomazione (ancora senza protosegmenti), fig. 218 allo stadio con quattro protosegmenti.

ak, ik, mk) Foglietto germinativo esterno, interno e mediano; *hp*) Lamina cornea; *mp*) Lamina midollare; *ch*) Corda; **) Abbozzi delle tasche celomiche; *lh*) Cavità del corpo.

I fratelli Hertwig nella loro « *teoria del celoma* », che da tanti lati è stata di stimolo ai dotti, hanno mostrato chiaramente quanto sia grande l'importanza di queste tasche celomiche. Nella gran maggioranza di tutti i bilaterii o metazoi bilaterali esse costituiscono il fondamento della *cavità del corpo* (*coeloma*); le loro due



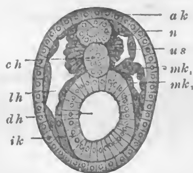


Fig. 219. Fig. 220.

Sezioni trasverse di embrioni di *Amphioxus*. Fig. 219 allo stadio con cinque somiti, fig. 220 allo stadio con undici somiti. Da Hatschek.

ak) Foglietto germinativo esterno; *mp*) Lamina midollare; *n*) Tubo nerveo; *ik*) Foglietto germinativo interno; *dh*) Cavità intestinale; *lh*) Cavità del corpo; *mk*) Foglietto germinativo mediano (mk_1 parietale, mk_2 viscerale); *us*) Protosegmento; *ch*) Corda.

cavità (sacco celomico destro e sinistro) confluiscono per solito a formare una cavità semplice pel fatto che le loro pareti dopo essersi saldate diventano interrotte o solo al lato ventrale (vertebrati ed echinodermi), od inoltre anche al lato dorsale (artropodi ed il più degli elminti). La parete esterna delle rigonfie tasche celomiche, il foglietto parietale, si applica contro all'esoderma e diventa il « foglietto fibroso-cutaneo »; invece la parete interna, il foglietto viscerale, si unisce all'entoderma e diventa il « foglietto fibroso-intestinale » (figg. 217-226; cfr. la confer. X).

Nell'*Amphioxus* dunque, come in tutti gli altri bilaterii, il foglietto medio è in origine pari e prende le sue mosse dall'entoderma, e cioè da quella parte ultima di esso che alla bocca primitiva trapassa direttamente nell'esoderma. Qui appaiono già molto di buon'ora, a destra ed a sinistra del prostoma, quelle due « cellule mesodermiche primitive ». Di qui comincia anche la formazione delle due pieghe longitudinali laterali dell'intestino primitivo che si distaccano da questo in forma di tasche celomiche. L' importante questione, quali rapporti abbiano le prime con queste ultime, è uno dei più difficili problemi dell'embriologia comparata. I naturalisti che l'hanno trattato nel modo più esatto e comprensivo, Hertwig e Rabl, sono qui di differente opinione. I fratelli Hertwig, nella loro teoria del celoma, hanno cercato di mostrare che in tutti i bilaterii (con eccezione di alcuni pochi gruppi, dei pseudoceli) la cavità del corpo si produce dall'intestino primitivo per l'estroflessione di un paio di tasche celomiche e che le loro pareti forniscono il mesoderma. Rabl è invece di opinione che in origine solo il formarsi di un paio di cellule polari costituisce l'inizio delle massicce liste mesodermiche pari. Forse queste due opinioni si possono riunire ammettendo che le tasche celomiche sono un ulteriore sviluppo di quelle striscie cellulari pari, le quali in origine (nei più antichi bilaterii piccoli e poveri di cellule) non erano rappresentate che da un paio di cellule polari (cellule sessuali primarie). Sia ora giusta questa o quella veduta, in ogni caso, filogeneticamente considerati, *gli abbozzi mesodermici pari sono da*

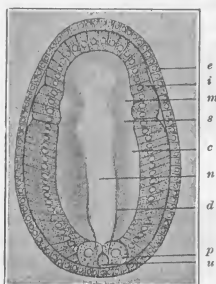


Fig. 221. — Embrione dell'*Amphioxus*, di 16 ore, visto dal dorso. Da Hatschek.

d) Intestino primitivo; *u*) Bocca primitiva; *p*) Cellule polari del mesoderma; *c*) Tasche celomiche; *m*) Loro primo protosegmento; *n*) Tubo midollare; *i*) Entoderma; *e*) Esoderma; *s*) Prima piega segmentale.

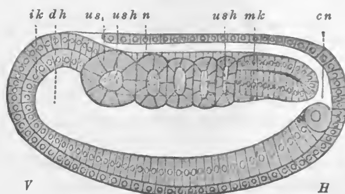


Fig. 222.

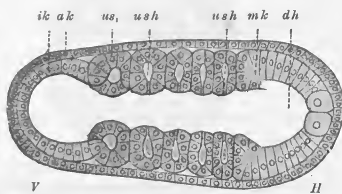


Fig. 223.

Embrione dell'*Amphioxus* di venti ore, con cinque somiti (o paia di « protovertebre »). Fig. 222, dal lato sinistro; fig. 223, dal lato dorsale. Da Hatschek.

V, Estremità anteriore; *H*, Estremità posteriore; *ak*, *mk*, *ik*) Foglietto germinativo esterno, mediano, interno; *dh*) Tubo intestinale; *n*) Tubo nerveo; *cn*) Canale neurenterico; *ush*) Tasche celomiche (o cavità proto-segmentali); *us*,) Primo (anteriore) protosegmento.

considerarsi come un paio di gonadi, come ghiandole sessuali dei bilaterii inferiori dai quali discendono anche i vertebrati.

Già poco dopo il loro apparire le tasche mesodermiche pari dell'*Amphioxus* si scindono per pieghe longitudinali e trasversali in diverse parti. Mediante una piega longitudinale laterale pari, ognuna delle due tasche celomiche primarie viene divisa

in una porzione superiore dorsale ed una inferiore ventrale. Ma per mezzo di numerose pieghe trasversali parallele esse si scindono ancora in una quantità di sacchi giacenti l'un dietro l'altro, cioè nei protosegmenti o *somiti* (una volta detti inadattamente « protovertebre », figg. 221-226). Il loro destino è superiormente od inferiormente diverso. I protosegmenti superiori o dorsali, gli *episomiti* o « segmenti dorsali », sacchi tondeggianti a pareti sottili, perdono più tardi la loro cavità e colle

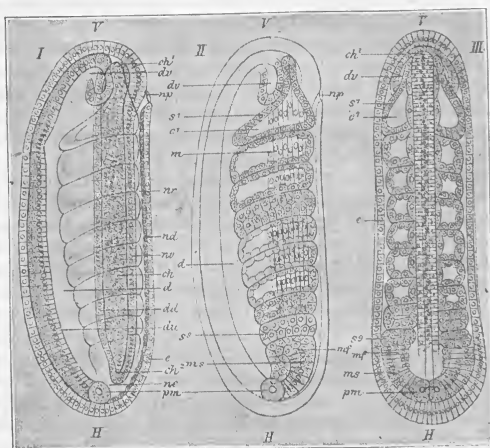


Fig. 224. Fig. 225. Fig. 226.

Embrione dell'*Amphioxus*, di 24 ore, con otto somiti. Da Hatschek. Figg. 224 e 225, veduta laterale (da sinistra); fig. 226, veduta dorsale.

Nella fig. 224 sono solo disegnati i contorni degli otto protosegmenti: nella fig. 225 e 226 anche le loro cavità e pareti muscolari; *V*, Estremità anteriore; *H*, Estremità posteriore; *d*) Intestino; *d u*) Parete intestinale inferiore; *d d*) Parete superiore; *n e*) Canale neurenterico; *n v*) Parete ventrale del tubo nerveo; *n d*) Parete dorsale; *n p*) Neuroporo; *d v*) Tasca intestinale anteriore; *c h*) Corda; *p m*) Cellule polari del mesoderma(*m s*).

loro cellule costruiscono le piastre muscolari segmentali del tronco. Invece i protosegmenti inferiori o ventrali, gli *iposomiti* o « segmenti ventrali », i quali corrispondono alle « lamine laterali » dell'embrione dei cranioti, confluiscono insieme nella parte superiore per lo scomparire delle loro pareti e così formano la cavità celomica perigastrale (metacelo); nella parte inferiore i loro abbozzi rimangono distinti e più tardi formano le gonadi segmentali.

Lo staccarsi di questi protosegmenti vescicolari dell'intestino primitivo avviene sempre seriatamente in direzione dall'avanti all'indietro, cosicchè dunque il paio anteriore di tasche celomiche (collocato nell'*Amphioxus* al limite fra il terzo anteriore ed il terzo medio dell'embrione) è il primo, il più vecchio ed il più grande (fig. 221, *m*). Ognuno dei seguenti è più piccolo e più giovane. Il loro numero cresce continuamente, poichè il terzo posteriore delle pieghe celomiche, partendo dalle cellule polari aborali, cresce sempre più oltre ed all'indietro nascono sempre nuove

pieghe trasverse (figg. 222-226). Quanto più per accrescimento della parte posteriore aborale il corpo si estende in lunghezza, tanto maggiore diventa il numero dei protosegmenti.

Nel mezzo fra le due pieghe celomiche pari, laterali, dell'intestino primitivo si separa da questo molto per tempo, nella linea mediana della sua parete dorsale, un organo centrale impari, la corda dorsale (*chorda dorsalis*, figg. 215, 216, *c h*). Questo bastone assile centrale che in tutti i vertebrati forma il primo fondamento della futura colonna vertebrale, e che nell'*Amphioxus* la rappresenta, nasce dunque dall'*entoderma*. Un più attento esame c'insegna che questo massiccio bastone assile cilindrico in origine non è tale, ma appare in forma di una piega entodermica sagittale sporgente in alto. Ma i due fogli paralleli di questa piega mediana rettilinea si applicano subito così strettamente l'uno contro l'altro che la cavità fra di essi scompare. Perciò questo bastone pieno, visto dal dorso, appare costituito da due serie longitudinali parallele di cellule entodermiche.

Per queste importanti ripiegature dell'intestino primitivo il semplice tubo entodermico si scinde in quattro porzioni affatto diverse: I. inferiormente, sul lato ventrale, il canale intestinale permanente od *intestino permanente* (*metagaster*); II. disopra, al lato dorsale, il *bastone assile* o *chorda*, e III. i pari *sacchi celomici* che subito si dividono in due diverse formazioni: III A. superiormente, al lato dorsale, gli *episomiti*, la serie longitudinale pari dei protosegmenti o *sezioni muscolari* (*miotomi*); III B. inferiormente, ad ambo i lati dell'intestino primitivo, gli *iposomiti*, le « lamine laterali » pari che dànno origine alla serie delle *gonadi*, e le cui cavità si fondono in parte dorsalmente per formare la cavità perigastrica. Nello stesso tempo al di sopra della corda, sul lato dorsale, per chiusura dei rilievi midollari paralleli, il tubo nerveo o *tubo midollare* si sviluppa più oltre. Tutti questi processi, coi quali viene a stabilirsi la struttura tipica del vertebrato, si seguono nell'embrione dell'*Amphioxus*, con sorprendente celerità; al pomeriggio del primo giorno, ventiquattr'ore dopo avvenuta la fecondazione, il giovane vertebrato, l'embrione tipico, è già formato; esso possiede ora per solito già 6-8 somiti.

Il più importante fenomeno che si compie nel *secondo giorno di vita dell'Amphioxus* è la formazione delle due aperture intestinali permanenti, della bocca e dell'ano. Negli stadii rappresentati nelle figure 215-226 il tubo intestinale, dopo la chiusura della bocca primitiva, appare affatto chiuso; solo posteriormente esso comunica ancora, per mezzo del canale neurenterico, col tubo midollare. L'apertura boccale permanente non si forma che in via secondaria, dall'esterno, al polo opposto (vicino ad *s s*, fig. 12, tav. X). Qui al fine del secondo giorno si forma nell'epidermide esterna una incavatura a mo' di fossa, la quale internamente irrompe nel chiuso intestino. Nello stesso modo si forma posteriormente alcune ore più tardi (in vicinanza della or chiusa bocca della gastrula) l'apertura anale. Anche nell'uomo e nei vertebrati superiori in generale la bocca e l'ano si originano, come vi ricordate, in forma di infossature poco profonde dell'esterno integumento, ed anche queste si aprono un passaggio verso l'interno mettendosi poi in comunicazione colle due estremità a fondo cieco del chiuso canale intestinale (cfr. pag. 231). Durante il secondo giorno l'embrione dell'*Amphioxus* non subisce altre notevoli modificazioni. Il numero dei protosegmenti si accresce e 48-50 ore dopo la fecondazione arriva per solito a 14. Il loro lento accrescimento avviene per lo stesso smembramento procedente dall'avanti all'indietro (cioè per ripiegatura trasversale delle tasche celomiche), per

mezzo del quale cresce anche nell'embrione umano la serie dei segmenti protovertebrali. Anche qui i metameri che stanno più all'avanti sono i più vecchi ed i posteriori sono i più giovani. Ad ogni metamero corrisponde pure una determinata sezione del tubo midollare ed un paio di nervi rachidei che da questo vanno ai muscoli ed alla pelle. Il sistema muscolare è quel sistema organico del corpo in cui primieramente si manifesta la segmentazione o metameria (120).

Quasi contemporaneamente all'apertura boccale si apre pure, alla parte anteriore dell'embrione di *Amphioxus*, la prima fessura branchiale (per lo più 40 ore dopo il principio dell'embrionamento). Ora esso comincia a nutrirsi da sè, poichè il materiale nutritivo immagazzinato nella cellula-uovo è interamente esaurito. L'ulteriore sviluppo della libera larva segue oramai molto lentamente e richiede molti mesi. Ora il corpo si estende notevolmente in lunghezza e diviene lateralmente compresso, coll'estremità cefalica anteriore triangolarmente espansa. In questa si formano due semplici orgăni di senso. Nell'interno si mostrano i due vasi sanguigni, un vaso superiore o dorsale, corrispondente all'aorta, fra l'intestino e la corda dorsale (tav. X, figg. 13, *t*; 15, *t*), ed un vaso inferiore o ventrale, corrispondente alla vena intestinale, al margine inferiore dell'intestino (figg. 13, *v*; 15, *v*). Finalmente nella parte anteriore del canal digerente si formano ora le *branchie* od organi respiratorii. Tutta quanta la sezione anteriore o respiratoria del canal digerente si trasforma in una gabbia branchiale che è traforata a mo' di graticcio da numerosi pori branchiali come nelle ascidie. Questo accade pel fatto che la parte anteriore della parete intestinale si salda a tratti coll'esterno integumento e che in tali punti di saldatura appaiono delle fessure, perforazioni della parete, che dall'esterno conducono nell'interno del canal digerente. In principio non vi sono che poche di tali fessure branchiali, presto però si trovano numerose dapprima in una serie, poi in due le une dietro le altre. La fessura branchiale anteriore è la più antica. In ultimo si trova da ambo i lati un graticcio di fini fessure branchiali sostenute da numerosi bastoncini branchiali solidi; questi vengono riuniti a paia da bastoncini trasversi (fig. 15, *k*).

Qui noi dobbiamo particolarmente rilevare che al principio nell'embrione dell'*Amphioxus*, come nell'embrione di tutti i rimanenti vertebrati, la parete laterale del collo viene per tal modo attraversata da alcune fessure che per queste si può direttamente passare dall'esterno integumento nell'intestino anteriore (fig. 227, *K*). L'acqua respiratoria immessa per la bocca nell'intestino branchiale trapassa direttamente all'esterno per le fessure branchiali. Ora, mentre il numero di queste fessure branchiali cresce rapidamente e in modo considerevole, si solleva al disopra della serie superiore di esse da ciascun lato una piega longitudinale della parete laterale del corpo (fig. 228, *U*). La stretta cavità del corpo si prosegue in queste pieghe longitudinali o *pieghe palleali* (*wk*). Le due pieghe laterali crescono verso il basso e pendono come liberi opercoli branchiali. In seguito esse si piegano al disotto coi loro margini liberi l'una verso l'altra e si saldano sulla linea mediana del lato ventrale, nella sutura ventrale o *raphe* (fig. 229, *R*). Solo il poro branchiale rimane aperto (fig. 201, *c*). Così si produce in giro attorno all'intestino branchiale un'ampia *cavità palleale* o cavità peribranchiale la quale riceve l'acqua che esce dalle fessure branchiali e la rigetta pel poro branchiale giacente inferiormente all'indietro. Essa può venir paragonata da un lato coll'analoga cavità branchiale dei pesci coperta dall'opercolo branchiale e dall'altro colla cavità palleale delle ascidie. Quest'ampia cavità del mantello, ripiena d'acqua e liberamente comunicante coll'acqua circostante

deve certo venir distinta dalla stretta cavità del corpo ripiena di linfa che è interamente chiusa verso l'esterno. Quest'ultima, il celoma (figg. 227-229, *Lh*), nell'*Amphioxus* adulto è molto angusta, ridotta ad un piccolissimo spazio. Dopo che si è formata la cavità peribranchiale dell'*Amphioxus*, l'acqua respiratoria entrata per la bocca non passa più direttamente all'esterno per le fessure branchiali, ma bensì nel poro branchiale o poro del mantello (tav. XI, fig. 15, *p*). La porzione dell'intestino che è collocata dietro alla gabbia branchiale si trasforma nello stomaco (*m g*) e forma al lato destro un'estroflessione impari sacciforme che diviene il cieco epatico (*l b*). Questa parte digerente dell'intestino è avvolta dalla stretta cavità del corpo.

In uno stadio poco avanzato di evoluzione individuale la struttura corporea della larva dell'*Amphioxus* corrisponde ancora essenzialmente al tipo ideale che noi abbiamo precedentemente tracciato

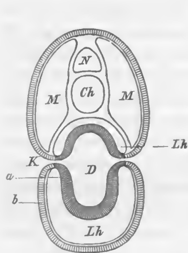


Fig. 227.

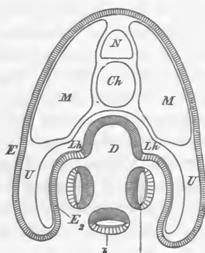


Fig. 228.

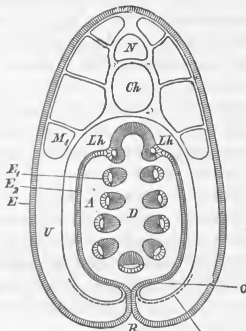


Fig. 229.

Sezioni trasverse di giovani larve di *Amphioxus* (schematiche, da Rolph).
(Cfr. anche la fig. 206, pag. 291).

Nella fig. 227 dall'esterno si può per le fessure branchiali (*K*) penetrare liberamente nella cavità intestinale (*D*). Nella fig. 228 si formano le pieghe longitudinali laterali della parete del corpo, cioè gli opercoli branchiali che crescono verso il basso. Nella fig. 229 queste pieghe laterali sono cresciute inferiormente contro l'altra e si sono fuse coi loro margini nella linea mediana del lato ventrale (*R*, sutura o raphe). Omai l'acqua respiratoria passa dalla cavità intestinale (*D*) nella cavità del mantello (*A*). Le lettere hanno dappertutto lo stesso significato: *N*, Tubo midollare; *Ch*, Corda dorsale; *M*, Muscoli laterali; *Lh*, Cavità del corpo; *G*, Parte della cavità del corpo in cui più tardi si formano gli organi sessuali; *D*, Cavità intestinale tappezzata dal foglietto glandulo-intestinale (*a*); *A*, Cavità palleale; *K*, Fessura branchiale; $b = E$, Epidermide; E_1, la stessa quale epitelio viscerale della cavità palleale; E_2, La stessa quale epitelio parietale della cavità palleale.

del « protovertebrato » (figg. 95-99). Più tardi però il corpo subisce diverse modificazioni, sopratutto nella sezione anteriore. Queste modificazioni non hanno qui per noi alcun interesse, perchè esse riposano su speciali condizioni di adattamento e non toccano l'ereditario tipo vertebrato. Quando la libera larva dell'*Amphioxus* ha tre mesi, essa cessa la sua vita pelagica e si trasforma nel giovane animale vivente nella sabbia. Malgrado la sua piccola mole (di soli 3 millimetri), esso ha già essenzialmente la struttura dell'adulto. Delle rimanenti parti del corpo dell'*Amphioxus* ciò solo avremmo ancora a ricordare, che le *gonadi* o ghiandole sessuali non si sviluppano se non molto tardi, e cioè direttamente dall'interno rivestimento cellulare della cavità del corpo, dall'epitelio celomico. Sebbene nelle pareti laterali della cavità del mantello, negli opercoli branchiali o lobi palleali (fig. 229, *U*), non si possa più osservare più tardi alcuna continuazione della cavità del corpo (fig. 206, *U*), tuttavia questa

continuazione in principio esiste (fig. 229, *Lh*). Inferiormente, al fondo di questa continuazione si formano da una parte dell'epitelio celomico le cellule sessuali (fig. 229, *G*). L'ordinamento segmentale delle gonadi mostra che esse si originano dagli iposomiti (cfr. pag. 290). Nel rimanente l'ulteriore trasformazione della larva da noi seguita nella forma adulta dell'*Amphioxus* è così semplice che non abbiamo bisogno qui di soffermarvici più oltre (124).

Ora ci rivolgeremo piuttosto allo sviluppo dell'ascidia, di questo animale apparentemente così basso e di così semplice organizzazione il quale per la massima parte della sua vita rimane come informe massa fisso al fondo del mare. Fu davvero un caso fortunato che al Kowalevsky venissero dapprima tra le mani nelle sue ricerche appunto quelle forme maggiori di ascidie che mostrano con maggior nettezza la parentela dei vertebrati cogli invertebrati e le cui larve nei primi stadii del loro sviluppo si comportano in modo affatto simile a quelle dell'*Amphioxus*. Questa corrispondenza in tutti i punti essenziali va così oltre che propriamente noi non abbiamo che da ripetere qui quanto fu detto a proposito dell'ontogenesi dell'*Amphioxus*.

L'uovo delle ascidie maggiori (*Phallusia*, *Cynthia*, ecc.) è una semplice cellula sferica di $^1/_{10}$-$^1/_5$ di millimetro di diametro. Nel vitello torbido e finamente granuloso si trova una chiara vescicola germinativa sferica del diametro di circa $^1/_{30}$ di millimetro, la quale include una piccola macchia germinativa o nucleolo (fig. 1, tav. X). All'interno della membrana che avvolge l'uovo la cellula stipite dell'ascidia dopo avvenuta la fecondazione passa esattamente per le stesse metamorfosi della citula dell'*Amphioxus*. Gli speciali processi della fecondazione e della segmentazione nella più grande ed interessante delle nostre ascidie, la *Phallusia mammillata*, sono stati di recente studiati e descritti con molta esattezza da Edoardo Strasburger. Per le notevoli particolarità di tali processi, le quali ci trarrebbero troppo lungi dal nostro scopo, rimando i lettori al segnalato scritto di questo autore: *Ueber Zellbildung*, ecc. (122). Anche qui come nell'*Amphioxus* la cellula stipite o « prima sfera di segmentazione » subisce una solcatura totale; essa si divide per ripetuta scissione in 2, 4, 8, 16, 32 cellule e così via. Per questa continuata segmentazione totale si forma la *morula*, l'ammasso moriforme di cellule uguali. Nell'interno di questa si raccoglie del liquido, e così si forma a sua volta una sferica *vescica blastodermica* (*blastula*), la cui parete è formata da un solo strato cellulare, dal blastoderma (tav. X, fig. 3). Precisamente come nell'*Amphioxus*, da questa blastula si sviluppa per invaginazione una vera *gastrula*, e cioè una semplice gastrula campanulata (tav. X, fig. 4).

Sin qui non ci sarebbe ancora nello sviluppo dell'ascidia alcuna ragione determinata per portarla in qualche modo in più stretta parentela coi vertebrati; infatti la stessa gastrula si produce nella stessa guisa anche nei più svariati animali di altri tipi. Ora però interviene un processo evolutivo che è proprio solo dei vertebrati e che appunto dimostra incontrastabilmente la consanguineità dell'ascidia coi vertebrati. Nasce cioè dall'esterna epidermide della gastrula, dal lato dorsale, un tubo midollare e fra questo e l'intestino primitivo una corda dorsale: organi che non si trovano altrove che nei vertebrati e che di questi sono esclusivamente proprii. La formazione di questi importantissimi organi nella gastrula delle ascidie avviene affatto allo stesso modo come in quella dell'*Amphioxus*. Anche nell'ascidia il corpo monoasse, ovale, della gastrula si appiattisce dapprima da un lato e cioè al futuro

lato dorsale. Nella linea mediana dell'appiattimento si infossa un solco, il « solco midollare » e ai due lati di esso si elevano dal foglietto cutaneo un paio di liste o rilievi paralleli scorrenti longitudinalmente. Questi due « rilievi midollari » si saldano insieme in alto al disopra del solco e formano così un tubo; anche qui questo tubo nerveo o midollare è dapprima aperto anteriormente, posteriormente però connesso coll'intestino primitivo per mezzo del canale neurenterico. Inoltre anche nella larva dell'ascidia le due aperture permanenti del tubo intestinale non appaiono che più tardi come neoformazioni indipendenti. La bocca definitiva non nasce dalla bocca primitiva della gastrula; questa piuttosto si occlude e in sua vicinanza si forma per invaginazione dall'esterno il futuro orifizio anale all'estremità posteriore del corpo opposta all'apertura del tubo midollare (tav. X, fig. 5, *a*).

Durante questi importanti processi che si compiono affatto come nell'*Amphioxus* si produce dall'estremità posteriore del corpo della larva un'appendice a mo' di coda, e la larva all'interno dello sferico invoglio dell'uovo si rannicchia per modo che il lato dorsale si fa convesso, mentre la coda viene ripiegata contro al lato ventrale. In questa coda si sviluppa, partendo dall'intestino primitivo, un cordone cilindrico formato di cellule, il quale coll'estremità anteriore si spinge fra il tubo intestinale e il tubo nerveo, e non è altro che la corda dorsale. Quest'organo importante era finora unicamente conosciuto nei vertebrati, mentre negli animali invertebrati non ve n'è altrove traccia alcuna. In principio la corda non risulta anche qui se non da un'unica serie di grandi chiare cellule entodermiche (tav. X, fig. 5, *ch*). Più tardi essa è composta da più serie di cellule. Anche nelle larve dell'ascidia la corda nasce dalla linea mediana dorsale dell'intestino primitivo, mentre da ambo i lati si staccano da questo le due tasche celomiche. Dal confluire di queste ultime risulta la semplice cavità del corpo.

Se noi in questo stadio conduciamo un taglio trasverso pel mezzo del corpo (là dove la coda passa nel tronco) ci appaiono nella larva dell'ascidia gli stessi caratteristici rapporti di posizione dei più importanti organi come nella larva dell'*Amphioxus* (tav. X, fig. 6). Noi troviamo in mezzo tra il tubo midollare ed il tubo intestinale la corda dorsale; e ad ambo i lati di essa le lamine muscolari del dorso (*r*). La sezione della larva dell'ascidia non è ora essenzialmente diversa da quella dell'embrione del vertebrato (fig. 216).

Quando la larva dell'ascidia ha raggiunto questo grado di sviluppo essa nell'interno della membrana dell'uovo incomincia a muoversi. In seguito a ciò l'invoglio si lacera; la larva ne esce fuori e mediante la sua coda rematoria va nuotando liberamente pel mare (tav. X, fig. 5). Queste larve liberamente natanti delle ascidie sono note già da gran tempo. Esse sono state osservate per la prima volta dal Darwin durante il suo viaggio attorno al mondo nel 1833. Esse rassomigliano nella forma esterna alle larve di rana, ai cosidetti girini, e come questi si aggirano per l'acqua servendosi della loro coda come di un remo. Frattanto questo stato giovanile di libera motilità e di elevatezza superiore non dura che breve tempo. Dapprima per vero ha luogo ancora uno sviluppo progressivo, poichè all' interno del tubo nerveo, all'estremità più avanzata di esso, si formano due piccoli organi di senso di cui il Kowalevsky considera l'uno come un occhio e l'altro come un organo uditivo di semplicissima costruzione. Si sviluppa inoltre sul lato ventrale dell'animale, alla parete superiore dell'intestino, un cuore, e cioè nella stessa semplice forma e nello stesso sito in cui appare anche il cuore dell'uomo e di tutti gli altri vertebrati. Nella

parete muscolare ventrale dell'intestino appare cioè un inspessimento a mo' di callosità, un massiccio, fusiforme cordone di cellule che presto nel suo interno diventa cavo; esso comincia a muoversi contraendosi in opposte direzioni, ora dall'avanti all'indietro, ora dall'indietro all'avanti, come avviene anche nell'ascidia adulta. Con ciò il liquido sanguigno, raccolto nel cavo tubo muscolare, viene spinto in alternata direzione nei vasi sanguigni che si sviluppano ai due capi del tubo cardiaco. Un vaso principale scorre sul lato dorsale dell'intestino, un altro sul lato ventrale di esso. Quel primo corrisponde all'aorta od al vaso dorsale dei vermi, l'altro corrisponde alla vena intestinale od al vaso ventrale dei vermi.

Collo sviluppo di questi organi l'ontogenesi progressiva dell'ascidia è terminata, ed ora comincia il regresso. La libera larva dell'ascidia cade sul fondo del mare, perde la sua libera locomozione e si fissa. Su pietre, piante marine, conchiglie, coralli ed altri oggetti del fondo marino essa si salda tenacemente e cioè colla stessa parte del corpo che nel movimento era la parte anteriore. Al fissamento servono diverse escrescenze che si trovano qui, per solito tre papille che si possono osservare già nella larva natante. La coda ora va perduta, poichè non ha più alcuna importanza. Essa soggiace ad una degenerazione adiposa e viene reietta insieme con tutta la corda dorsale. Il corpo ecaudato si tramuta in un sacco informe che per metamorfosi regressiva di talune parti, per neoformazione e trasformazione di altre trapassa gradatamente nella struttura già descritta.

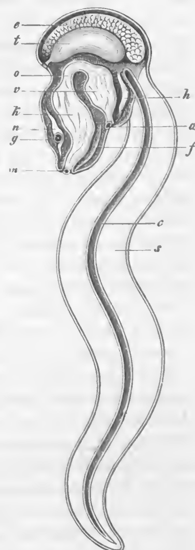


Fig. 230. — Un'Appendicularia (copelata), vista dal lato sinistro.

m) Bocca; *k*) Intestino branchiale; *o*) Esofago; *v*) Stomaco; *a*) Ano; *n*) Cervello (ganglio sopra esofageo); *g*) Vescicola uditiva; *f*) Solco ciliato sotto la branchia; *h*) Cuore; *t*) testicolo; *e*) Ovario; *c*) Corda; *s*) Coda.

Tuttavia vi ha fra i tunicati ancor oggi viventi un gruppo molto interessante di forme che per tutta la vita rimangono allo stadio di sviluppo delle larve d'ascidie caudate e libere e che per mezzo della loro permanente larga coda rematoria si aggirano nuotando vivacemente nel mare. Sono i notevoli *copelati* (*appendicularie* e *vessillarie*, fig. 230). Fra tutti gli animali invertebrati dell'epoca presente sono i soli che possiedono per tutta la vita una corda dorsale e sopra di essa un cordone nerveo; questo si deve considerare come il prolungamento posteriore del ganglio cerebrale e come equivalente al tubo midollare. Inoltre il loro intestino branchiale sbocca direttamente all'esterno per un paio di fessure branchiali. Questi rimarchevolissimi copelati paragonabili a permanenti larve di ascidie, sono perciò le forme più vicine agli estinti procordonii, a quegli antichissimi vermi che noi dobbiamo considerare come stipiti comuni dei tunicati e dei vertebrati. La corda dorsale delle appendicolarie è un lungo cordone cilindrico (fig. 230, *c*) e serve all'inserzione dei muscoli che muovono la piatta coda rematoria.

Fra le diverse regressioni che subisce la larva d'ascidia dopo essersi fissata al fondo marino ha speciale interesse, dopo la perdita dell'asse rachideo, il grande regresso di una delle più importanti parti del corpo, del tubo midollare. Mentre nell'*Amphioxus* il midollo dorsale seguita il suo sviluppo progressivo, il tubo

midollare della larva d'ascidia si riduce ad un piccolissimo inconspicuo ganglio nervoso che giace superiormente all'apertura boccale al disopra della gabbia branchiale e che corrisponde alle infime facoltà psichiche di questo animale (tav. XI, fig. 14, *m*). Questo insignificante residuo del tubo midollare non sembra poter sostenere alcun paragone col centro nerveo dei vertebrati, e tuttavia esso si è sviluppato dallo stesso inizio come il midollo dorsale dell'*Amphioxus*. Gli organi di senso che si erano sviluppati anteriormente nel tubo nerveo vanno parimenti perduti e nell'ascidia adulta non se ne può più trovare alcuna traccia. Per contro il tubo intestinale si sviluppa in un organo molto esteso. Esso si differenzia presto in due regioni distinte, in un ampio intestino branchiale che serve alla respirazione ed in un intestino epatico più stretto, posteriore, che serve alla digestione. L'intestino branchiale o cefalico dell'ascidia è in principio piccolo e solo comunica direttamente all'esterno per un paio di condotti laterali o fessure branchiali, condizione che nei copelati permane tutta la vita. La formazione delle fessure branchiali avviene affatto nello stesso modo come nell'*Amphioxus*. Dal notevole accrescersi del loro numero risulta la gabbia branchiale traforata a graticcio. Nella linea mediana del suo lato ventrale si forma il solco ciliato o « solco ipobranchiale ». Anche l'ampia cavità del mantello o cavità cloacale che circonda la gabbia branchiale si sviluppa nell'ascidia nello stesso modo che nell'*Amphioxus*. L'apertura egestoria di questa « cavità peribranchiale » corrisponde al « poro palleale » dell'*Amphioxus*. Nell'ascidia adulta l'intestino branchiale ed il cuore che è collocato al lato ventrale di esso sono quasi i soli organi che ancora ricordano l'originaria affinità coi vertebrati.

Per finire vogliamo ancora gettare uno sguardo all'evoluzione del rimarchevole *mantello* esterno o sacco di cellulosa, nel quale più tardi l'ascidia sta interamente rinchiusa e che caratterizza l'intera classe dei tunicati. Sulla formazione di questo mantello sono state emesse delle opinioni molto diverse e molto strane. Così affermò, per esempio, il Kowalevsky che l'animale non si formi esso stesso il suo mantello, ma che diventino cellule-madri di esso speciali cellule del corpo materno, le quali circondano l'uovo. Per tal modo il mantello sarebbe una permanente membrana dell'uovo. Ciò sarebbe contro tutte le analogie ed *a priori* molto inverosimile. Un altro naturalista, il Kupffer, che confermò e condusse più oltre le osservazioni del primo, ammise che il mantello si sviluppi da cellule che già prima della fecondazione della cellula-uovo si formano dalla parte esterna del vitello e si staccherebbero interamente dalla parte esterna. Anche ciò sarebbe al tutto enigmatico ed inverosimile. Solo le ricerche di Hertwig, che io per propria osservazione posso confermare, hanno mostrato che il mantello si sviluppa in forma di una cosidetta cuticola. Esso è una secrezione delle cellule epidermiche, la quale subito s'indurisce, si separa dal corpo propriamente detto dell'ascidia e si inspessisce attorno ad esso come un saldo invoglio. La sostanza di esso chimicamente non si può distinguere dalla cellulosa vegetale. Mentre le cellule epidermiche dell'esterna lamina cornea secernono questa massa di cellulosa, alcune di esse guizzano dentro in quest'ultima, seguitano a vivere indipendentemente nella massa secreta e servono a sviluppare più oltre il mantello. Così si forma in ultimo il potente invoglio esterno che diventa sempre più spesso e che in molte ascidie adulte forma più dei due terzi della massa totale del corpo (123).

Le particolarità dell'ulteriore sviluppo dell'ascidia non hanno per noi alcuna speciale importanza, e perciò non le seguiremo più oltre. Il più importante risultato che noi abbiamo ottenuto dalla sua ontogenesi è la completa corrispondenza di essa

con quella dell'*Amphioxus* nei primi e più importanti stadii dello sviluppo. Solo dopochè son formati il tubo midollare e l'intestinale e fra essi la corda dorsale coi muscoli le vie della loro evoluzione si separano. L'*Amphioxus* segue un corso progressivo di sviluppo e diventa simile alle forme embrionali dei vertebrati superiori, mentre viceversa l'ascidia subisce una metamorfosi regressiva e finalmente appare nello stato adulto come un imperfettissimo invertebrato.

Se voi ora gettate un ultimo sguardo retrospettivo su tutti i rimarchevoli fatti che noi abbiamo incontrato tanto nella struttura corporea come nell'embriologia dell'*Amphioxus* e dell'ascidia, e se voi li paragonate coi fenomeni che anteriormente abbiamo seguiti dell'embriologia umana, certamente non troverete più che io abbia esagerata la straordinaria importanza di quelle due interessantissime forme animali. Poichè ora appare chiaramente che l'*Amphioxus* dal lato dei vertebrati e l'ascidia dal lato degli invertebrati gettano il ponte col quale solo noi siamo in grado di colmare quel profondo abisso che separa quelle due divisioni principali del regno animale. La concordanza fondamentale presentata dall'*Amphioxus* e dall'ascidia nei primi e più importanti fenomeni dello sviluppo individuale non testimonia solo della loro stretta affinità morfologica e della loro attinenza nel sistema, piuttosto essa testimonia in pari tempo anche la loro vera consanguineità e la loro comune origine da uno stesso stipite; essa getta perciò la più vivida luce sulle più antiche radici dell'albero genealogico umano.

In alcune conferenze più antiche « sull'origine e sull'albero genealogico del genere umano » (1868) io avevo accennato alla straordinaria importanza di quella contingenza, esprimendo l' idea che conseguentemente « noi dobbiamo considerare con speciale rispetto l'*Amphioxus* come quel venerando animale che solo fra tutti gli animali ancora viventi è in grado di darci un' idea approssimativa dei nostri antichissimi antenati vertebrati dell'età siluriana ». Questa proposizione ha sollevato la massima ripulsione non solo negli ignari teologi, ma anche in molti altri uomini, sopratutto in quei tali filosofi che vivono ancora nell'errore antropocentrico e considerano l'uomo come lo scopo predestinato della « creazione » e come il vero scopo ultimo di ogni vita terrestre. La « dignità umana » con quella proposizione « sarebbe stata conculcata e la divina ragione cosciente dell'uomo ne sarebbe acerbamente ferita » (*Kirchenzeitung!*).

Quest'ira per la mia giusta ed alta venerazione per l'*Amphioxus* mi è, lo confesso, al tutto incomprensibile. Se noi penetrati in un antico bosco di querce esprimiamo con parole inspirate la nostra venerazione per quegli alberi secolari, ciascuno trova ciò affatto naturale. Ma quanto più alto sta l'*Amphioxus* al di sopra della quercia e quanto si eleva ancora al di sopra di quella l'organizzazione stessa delle ascidie! E che sono i mille anni di una venerabile vita di quercia davanti ai molti milioni d'anni dei quali l'*Amphioxus* ci narra la storia! Astraendo affatto da ciò il vecchio *Amphioxus* (malgrado la mancanza di cranio e di estremità) merita la nostra venerazione già per ciò che esso è « carne della nostra carne e sangue del nostro sangue! ». Ad ogni modo l'*Amphioxus* meriterebbe più di essere oggetto di alta ammirazione e di rispettosa venerazione che non la vana folla di « *santi* » cui le nostre « coltissime » nazioni civili erigono templi e fanno processioni!

Di quale infinita importanza siano l'*Amphioxus* e l'ascidia per far comprendere l'evoluzione umana e con essa il vero essere dell'uomo ve ne convincerete nel modo più chiaro dal prospetto comparativo nel quale io ho riunito le più importanti

omologie del più elevato e del più basso vertebrato (tabelle XV-XVII, pag. 296). Voi ne ricavate il fatto innegabile che l'embrione umano nelle prime epoche del suo sviluppo concorda nei più importanti rapporti di struttura coll'*Amphioxus* e coll'embrione dell'ascidia e per contro è fondamentalmente diverso dall'uomo adulto. D'altra parte però non importa meno il tener presente qual profondo abisso separi l'*Amphioxus* da tutti i rimanenti vertebrati. Anche oggidì, nel più dei trattati zoologici, l'*Amphioxus* vien contato come un membro della classe dei pesci. Quand' io per contro (nel 1866) separai affatto l'*Amphioxus* dai pesci e divisi l'intero tipo dei vertebrati nei due gruppi primari degli acranii (*Amphioxus*) e dei cranioti (tutti gli altri vertebrati) ciò parve un' inutile ed infondata innovazione (115). Come stiano le cose lo vedete sopratutto dallo specchietto morfologico-comparativo della XVI tabella (pag. 297). Sotto tutti i rapporti essenziali i pesci stanno molto più vicino all'uomo che non all'*Amphioxus*.



DICIOTTESIMA CONFERENZA

Cronologia della nostra filogenesi.

« Indarno si è cercato finora un preciso limite di tempo fra la *storia umana* e la *storia preumana*; l'origine dell'uomo ed il tempo del suo primo apparire trascorrono nell'indefinibile; non si può dividere nettamente un cosidetto *mondo anteriore* da un *mondo presente*. Ma questo fato è condiviso da tutti i periodi geologici come da tutti i periodi storici. I periodi che noi distinguiamo sono perciò più o meno arbitrariamente delimitati e possono, come le divisioni della storia naturale sistematica, servire solo a facilitare il trattamento della materia, non però a dividere realmente il dissimile ».

Bernardo Cotta (1866).

Durate ontogenetiche e filogenetiche.
Periodi della storia organica della terra. — Cronologia paleontologica.
Metodi filogenetici della linguistica comparata e della morfologia comparata.
Generazione primordiale delle monere.

Contenuto della diciottesima Conferenza.

Comparazione delle durate ontogenetiche e filogenetiche. — Durata dell'ontogenesi nell'uomo e in diversi animali. — Minima lunghezza di essa rispetto alle durate smisuratamente lunghe della filogenesi. — Rapporto della rapida trasformazione ontogenetica colla lenta metamorfosi filogenetica. — La cronologia della storia organica della terra fondata sul relativo spessore degli strati rocciosi sedimentari o formazioni nettuniche. — Cinque divisioni principali di essa: I, l'epoca primordiale od arcozoica; II, l'epoca primaria o paleozoica; III, l'epoca secondaria o mesozoica; IV, l'epoca terziaria o cenozoica; V, l'epoca quaternaria od antropozoica. — Durata relativa delle cinque epoche. — I risultati della linguistica comparata applicati alla spiegazione della filogenesi delle specie. — I tronchi e rami del tipo linguistico indo-germanico si comportano nella loro affinità analogamente alle classi e suddivisioni del tipo dei vertebrati. — Le forme stipiti sono in ambo i casi estinte nè più si possono trovare fra le viventi. — I gradi più importanti delle forme-stipiti umane. — L'origine delle monere per generazione spontanea. — Necessità della generazione spontanea.

Bibliografia.

IMMANUEL KANT, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels; oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes, nach Newton'schen Grundsetzen abgehandelt*, 1755 (*S. Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften*, n. 12).

CHARLES LYELL, *Principles of Geology*, 1830 (X ediz. 1868).

ALEXANDER VON HUMBOLDT, *Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, 1846-1858, 4 vol.

CARUS STERNE (ERNST KRAUSE), *Werden und Vergehen. Eine Entwickelungsgeschichte des Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung*, 1879; con 500 figure (III ediz., 1886).

BERNHARD COTTA, *Geologie der Gegenwart*, 1886 (IV ediz., 1874).

KARL ZITTEL, *Aus der Urzeit. Bilder aus der Schöpfungsgeschichte*, 1872 (II ediz., 1875).

C. RADENHAUSEN, *Osiris. Weltgesetze in der Erdgeschichte*, 1874, 3 volumi.

HERMANN CREDNER, *Elemente der Geologie*, 1872 (VII ediz., 1891).

CARL NAEGELI, *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, 1884 (*II. Urzeugung.* XI. *Morphologie und Systematik als phylogenetische Wissenschaften*).

EDUARD SUESS, *Das Antlitz der Erde*, 1888.

XVIII.

Signori!

Colle nostre ricerche comparative sull'anatomia ed ontogenesi dell'*Amphioxus* e dell'ascidia noi abbiamo acquistato preziosissimi mezzi pel riconoscimento dell'antropogenia. Infatti con ciò noi abbiamo anzitutto colmato dal punto di vista anatomico la profonda lacuna che sussisteva finora nella sistematica del regno animale fra i vertebrati e invertebrati; in secondo luogo però nella ontogenesi dell'amphioxus noi abbiamo imparato a conoscere molti antichissimi stadii di sviluppo che nell'ontogenesi dell'uomo da gran tempo sono spariti ed andati perduti per la legge dell'eredità abbreviata. Fra questi stati evolutivi hanno sopratutto la massima importanza la sferica blastula e l'archigastrula che ne deriva, quella forma pura, primitiva della gastrula che l'*Amphioxus* ha conservata sino ad oggi e che ritorna nello stesso aspetto in animali invertebrati inferiori delle più varie classi. Non meno importanti sono le ulteriori forme embrionali della celomula, della cordula, ecc.

Così dunque l'embriologia dell'*Amphioxus* e dell'ascidia ha per tal modo completato i nostri archivi della filogenesi umana che malgrado lo stato presentemente ancora molto incompiuto delle nostre conoscenze empiriche non è più aperta in essa alcuna lacuna che abbia essenzialmente grande importanza. Perciò noi possiamo ora metterci al nostro vero còmpito e coll'aiuto delle nozioni offerteci dall'anatomia comparata e dall'ontogenosi ricostrurre nei suoi tratti fondamentali la filogenesi dell'uomo. Qui vi convincerete dell'immensa importanza che ha l'immediata applicazione della legge biogenetica fondamentale. Prima però di metterci a questo còmpito sarà utile ricordare ancora alcune contingenze generali che per l'intelligenza dei processi di cui si tratta non sono senza importanza.

Anzitutto non sarebbero qui fuor di luogo alcune osservazioni sui *lassi di tempo* nei quali si computa l'evoluzione del genere umano dal regno animale. Il primo pensiero che ci si impone considerando queste circostanze è l'enorme differenza fra le durate della ontogenesi dell'uomo e quelle della sua filogenesi. Il breve spazio di tempo in cui si compie l'ontogenesi dell'individuo umano è affatto fuor di proporzione colle infinite lunghezze di tempo che furono richieste dalla filogenesi della schiatta umana. L'individuo umano richiede pel suo sviluppo compiuto, dalla fecondazione della cellula-uovo fino al momento in cui esso viene partorito e lascia il corpo materno, soli nove mesi. L'embrione umano percorre dunque l'intero corso del suo sviluppo nel breve lasso di quaranta settimane (per solito esattamente 280 giorni). Di tanto dunque l'uomo è propriamente più vecchio di quel che si ammetta per consueto. Se perciò si dà ad un bambino l'età, per es., di nove anni e un quarto in realtà questo bambino ha dieci anni. Infatti l'inizio dell'esistenza individuale non cade realmente al momento della *nascita*, ma a quello della *fecondazione* (cfr. p. 108).

In molti altri mammiferi la durata dello sviluppo embrionale è pressappoco la stessa come nell'uomo, così, per es., nel vitello. Nel cavallo e nell'asino essa è alquanto maggiore, cioè di 43-45 settimane; nel camello è già di 13 mesi. Nei mammiferi più grossi l'embrione pel suo completo sviluppo nel corpo materno richiede un tempo notevolmente più lungo, così, per es., nel rinoceronte un anno e mezzo, nell'elefante 90 settimane. Qui dunque la gravidanza dura più del doppio che nell'uomo, quasi 1 anno e $^3/_4$. Viceversa nei piccoli mammiferi la durata dello sviluppo embrionale è molto minore. I più piccoli mammiferi, i toporagni, si sviluppano completamente in 3 settimane; i conigli e le lepri in un periodo di 4 settimane, topi e marmotte in 5 settimane, il cane in 9, il porco in 17 settimane, la pecora in 21 e il cervo in 36 settimane. Più rapidamente ancora si sviluppano gli uccelli. Il pulcino nell'uovo incubato richiede per la sua completa maturità in circostanze normali un lasso di 3 settimane od esattamente 21 giorni. Per contro l'anitra richiede 25 giorni, il pollo d'India 27, il pavone 31, il cigno 42 e il casoaro della Nuova Olanda 65. Il più piccolo uccello, il colibrì, lascia già il suo uovo dopo 12 giorni. Manifestamente la lunghezza dell'evoluzione dell'individuo all'interno degli invogli dell'uovo sta dunque nei mammiferi ed uccelli in un certo rapporto colla mole assoluta del corpo che viene raggiunta dalla specie di vertebrato di cui si tratta. Tuttavia quest'ultima non è la sola causa determinante della prima. Piuttosto vi si aggiungono molte altre circostanze che influiscono sulla durata dello sviluppo individuale all'interno degli invogli dell'uovo (126). Nell'*Amphioxus* i primi e più importanti processi embriogenetici seguono con così sorprendente celerità che già dopo 4 ore è formata la blastula, dopo 6 ore la gastrula e dopo 24 ore il vertebrato tipico è compiuto.

In ogni caso la durata dell'ontogenesi appare impercettibilmente breve se noi la paragoniamo coi periodi infinitamente lunghi entro i quali ebbe luogo la filogenesi o l'evoluzione graduale delle serie degli antenati. Questo tempo non si misura ad anni e secoli, ma a millennii ed a milioni d'anni. Difatto sono certamente scorsi milioni d'anni prima che dal primordiale stipite unicellulare si fosse poco alla volta sviluppato storicamente grado per grado il più perfetto organismo vertebrato, l'uomo. Gli avversari della teoria della discendenza, i quali dichiarano che questa graduale evoluzione della forma umana da forme animali inferiori e la sua primitiva derivazione da un protozoo unicellulare è un miracolo incredibile, non pensano che lo stesso miracolo nell'evoluzione embrionale di ciascun individuo umano si compie realmente davanti ai nostri occhi nel breve lasso di nove mesi. La stessa serie di forme molteplicemente diverse che i nostri antenati animali hanno attraversato nel corso di molti milioni d'anni, la stessa serie di aspetti ognuno di noi l'ha percorsa nelle prime 40 settimane (propriamente già nelle prime 4 settimane) della sua esistenza individuale nel seno materno.

Ora tutte le trasformazioni organiche, tutte le metamorfosi delle forme animali e vegetali, ci appaiono tanto più notevoli e mirabili quanto più esse procedono celeremente. Se dunque i nostri avversari tengono l'evoluzione storica del genere umano da forme animali inferiori come un processo incredibile allora essi devono tenere di fronte ad esso per un miracolo ben più incredibile l'evoluzione embrionale dell'individuo umano dalla semplice cellula-uovo. Quest'ultima, la trasformazione ontogenetica, la quale si compie davanti ai nostri occhi, deve di tanto apparire più meravigliosa della filogenetica di quanto la durata della filogenesi sopravvanza quella dell'ontogenesi. Infatti l'embrione umano deve compiere tutto intero il processo della sua evoluzione individuale dalla semplice cellula fino all'uomo molticellulare sviluppato con

tutti i suoi organi nel breve spazio di 40 settimane. Per contro pel simile processo evolutivo filogenetico, per l'evoluzione degli antenati del genere umano, partendo dal semplicissimo stipite unicellulare abbiamo a nostra disposizione milioni di anni.

Per ciò che riguarda questi stessi periodi filogenetici è impossibile determinarne approssimativamente la vera lunghezza a secoli o anche solo a millennii e stabilire per essi misure numeriche assolute. Ben però già da molto tempo dalle ricerche dei geologi noi siamo posti in grado di valutare e paragonare la relativa lunghezza dei singoli periodi della storia organica della terra. Il metro a cui misurare questa lunghezza relativa delle durate geologiche ci è fornito dallo spessore dei cosidetti strati terrestri nettunici o dalle « formazioni rocciose sedimentarie », cioè di tutti quegli strati terrestri che si sono formati sul fondo del mare e delle acque dolci dai depositi di fango che vi si sono prodotti. Queste roccie sedimentarie stratificate l'una sull'altra in forma di calcare, argilla, marna, arenaria, schisto, ecc., le quali compongono la massa principale delle montagne e spesso raggiungono una potenza di molte migliaia di piedi, ci dànno la misura per valutare la relativa lunghezza dei diversi periodi della formazione terrestre.

Per essere più completo devo qui inserire alcune parole sul processo evolutivo della terra in generale e rilevare brevemente le più importanti contingenze che qui si devono prendere in considerazione. Anzitutto ci imbattiamo qui nel fatto capitale che sul nostro corpo terrestre *la vita organica ebbe il suo inizio in un tempo determinato.* Questa è una proposizione che da nessun geologo o biologo ragionevole viene più contrastata. Noi sappiamo ora con sicurezza che la vita organica sul nostro pianeta è realmente nata per la prima volta in un dato momento e che non esistette, come alcuni avevano affermato, fin dall'eternità. La prova inconfutabile ce ne è data da un lato dalla cosmogonia fisico-astronomica, dall'altro lato dall'ontogenesi degli organismi. Le specie e le stirpi degli organismi godono così poco come gli individui di una vita eterna (127). Anch'esse ebbero un principio finito. Ogni cosa individuale o « personale » al mondo è un fenomeno transitorio. Il tempo che è trascorso dall'apparire della prima vita sulla terra sino al presente e che qui solo ci interessa noi lo chiamiamo brevemente « *la storia organica della terra* » in opposizione a quella « storia anorganica della terra » che si è svolta prima dell'apparire della prima vita organica. Su quest'ultima siamo venuti in chiaro solo dopo le ricerche ed i calcoli di filosofia naturale del nostro grande filosofo critico Emanuel Kant, che ricevettero più tardi una base matematica dal Laplace. Una compiuta esposizione se ne trova nella *Storia naturale generale e teoria del cielo* di Kant, come pure nell'ottima opera di Carus Sterne, *Werden und Vergehen.*

La storia organica della terra potè solo aver principio dopochè esistette sulla terra dell'acqua allo stato liquido. Infatti ogni organismo, senza eccezione, ha bisogno per la sua esistenza dell'acqua allo stato liquido e ne contiene nel suo corpo una notevole quantità. Il nostro proprio corpo contiene allo stato adulto il settanta per cento d'acqua nei tessuti e solo trenta per cento di materia solida. Anche maggiore è la quantità d'acqua nel bambino e più ancora nell'embrione. Nei primi stadii del suo sviluppo l'embrione umano contiene il novanta per cento d'acqua e appena il dieci per cento di sostanza solida. Negli animali marini inferiori, sopratutto in certe meduse, il corpo risulta persino da più del novantanove per cento d'acqua marina e non contiene nemmeno l'un per cento di sostanza solida. Nessun organismo senz'acqua può esistere e compiere le sue funzioni vitali. Senz'acqua non c'è vita!

L'acqua liquida da cui dunque dipende in prima linea l'esistenza della vita non potè formarsi sulla nostra terra se non quando la temperatura dell'incandescente globo terrestre si fu alla superficie abbassata sino ad un certo grado. Prima d'allora l'acqua non esisteva che allo stato di vapore. Ma subitochè dalla sfera di vapore si fu per raffreddamento precipitata la prima acqua liquida, questa incominciò la sua attività geologica e d'allora in poi lavora con assidua vece alla trasformazione della corteccia solida del globo. Il risultato di questo incessante lavoro dell'acqua che in forma di pioggia e grandine, neve e ghiaccio, quale corrente o frangente marino polverizza e discioglie le roccie è in ultimo il formarsi del *fango*. Come dice l'Huxley nelle sue ottime lezioni sulle « cause dei fenomeni nella natura organica » (32), la più importante fonte storica sul passato del nostro globo terrestre è il *fango*, e la questione della storia delle età passate della terra si risolve nella questione dell'origine del fango. Tutte le roccie stratificate che compongono le nostre masse montuose sono state in origine deposte sotto forma di fango sul fondo delle acque e solo più tardi si sono concretate in dura roccia.

Come fu già osservato, mettendo insieme e comparando i diversi strati rocciosi di numerosi punti della superficie terrestre è possibile farsi un'idea approssimata della relativa età di questi diversi strati. Però già da lungo tempo i geologi sono giunti concordemente ad ammettere che esiste una ben determinata consecuzione storica delle diverse formazioni. I singoli gruppi di strati giacenti gli uni sopra gli altri corrispondono a diversi consecutivi *periodi della storia organica della terra* entro i quali essi si sono deposti in forma di fango sul fondo del mare. Poco alla volta questo fango si concretò in solida roccia. Questa per l'alternato sollevamento ed abbassamento della superficie terrestre si elevò al disopra dell'acqua ergendosi a montagna. In generale corrispondentemente ai gruppi maggiori o minori di questi strati rocciosi sedimentarii si distinguono nella storia organica della terra quattro o cinque periodi maggiori. Questi periodi primarii si scindono poi nuovamente in numerose divisioni subordinate o periodi minori. Di questi se ne ammettono per solito da dodici a quindici. Lo spessore relativo dei diversi gruppi di strati non permette che una valutazione approssimata della relativa lunghezza di questi diversi tratti di tempo. Certamente noi non dovremmo dire per avventura: « Nel corso di un secolo vien deposto all'ingrosso uno strato di determinato spessore (mettiamo di due pollici), e perciò uno strato roccioso dello spessore di mille piedi ha seicentomila anni di età ». Infatti diverse formazioni rocciose di uguale spessore possono aver richiesto per deporsi ed indurirsi lassi di tempo molto diversi. Ben però dallo spessore o « potenza » di una formazione noi possiamo trarre una conclusione approssimativa riguardo alla *relativa* lunghezza di ogni periodo.

Delle quattro o cinque sezioni principali della storia organica della terra la cui conoscenza è indispensabile per la nostra filogenesi del genere umano, la prima e più antica viene designata col nome di *epoca primordiale od archeozoica*. Se ora si calcola all'ingrosso lo spessore o la potenza complessiva di tutti gli strati terrestri depostisi dalle acque a circa 130,000 piedi, di essi 70,000, cioè più della metà dello spessore, si riferiscono a questa sola prima divisione. Da ciò e anche per altre ragioni noi dobbiamo concludere immediatamente che la corrispondente epoca primordiale od archeolitica da sè sola dovette essere notevolmente più lunga che tutto il rimanente spazio di tempo che scorse dal fine di essa sino al presente. Verosimilmente l'epoca primordiale fu anzi notevolmente più lunga di quel che possa apparire dal

citato rapporto di 7 : 6. L'epoca primordiale si divide in tre periodi subordinati che sono chiamati periodo *laurenziano, cambriano* e *siluriano*, corrispondentemente ai tre gruppi principali di strati rocciosi sedimentari che costituiscono il complesso delle montagne archeolitiche o le cosidette « montagne primitive ». L'enorme spazio di tempo, durante i quali questi colossali strati primitivi, spessi oltre 70,000 piedi, si deposero dal mare primordiale, comprende in ogni caso molti milioni d'anni. Durante quel tempo nacquero per generazione spontanea i più antichi e più semplici organismi, coi quali cominciò la vita sul nostro pianeta: le *monere*. Da esse si svolsero dapprima *organismi unicellulari* di semplicissima natura, protofiti e protozoi: amebe, rizopodi, infusorii ed altri protisti. *Durante quest'epoca archeolitica si svilupparono però anche da quelli tutti i progenitori invertebrati del genere umano.* Ciò noi lo possiamo concludere dal fatto che già verso il fine del periodo siluriano si trovano sparsi resti di pesci pietrificati: selaci e ganoidi. Ora questi sono molto più altamente organizzati e molto più recenti dell'infimo vertebrato, l'*Amphioxus*, e dei numerosi vertebrati acranii affini all'*Amphioxus*, che hanno dovuto vivere durante quel tempo. Anche questi ultimi dovettero essere preceduti necessariamente da tutti gli antenati invertebrati del genere umano.

Noi possiamo dunque caratterizzare tutta questa sezione quale epoca degli « antenati invertebrati del genere umano », o, se noi vogliamo rilevare i più antichi rappresentanti del tipo dei vertebrati, quale *epoca degli acranii*. Durante tutta l'epoca archeolitica sino al periodo siluriano la popolazione del nostro pianeta non risultava che da *abitanti dell'acqua;* almeno finora non è ancora noto alcun resto di animali o vegetali terragnoli appartenenti a questo lasso di tempo. I più antichi resti di organismi terragnoli appaiono per la prima volta solo nel periodo siluriano.

All'epoca primordiale ne segue una seconda notevolmente più lunga, che viene chiamata *epoca paleozoica o primaria* e che parimente si scinde in tre periodi: nel periodo *devoniano, carbonifero* e *permiano*. Durante il periodo devoniano si formò « l'antica arenaria rossa » o il sistema devoniano; durante il periodo carbonifero o del carbon fossile si deposero le potenti miniere di carbon fossile che forniscono il nostro più importante materiale combustibile; infine nel periodo permiano (o dyas) si formò la nuova arenaria rossa ed il Zeichstein insieme col schisto cuprifero. La potenza approssimativa di questi gruppi di strati presi insieme viene calcolata al più a 42,000 piedi; alcuni ammettono ancora qualche cosa di più, altri molto meno. Ad ogni modo in complesso quest'epoca paleolitica è notevolmente più breve dell'archeolitica e per contro notevolmente più lunga che tutte quante le epoche successive prese insieme. Gli strati rocciosi che furono deposti durante quest'epoca primaria ci forniscono in gran copia resti animali pietrificati: oltre a numerose specie di invertebrati anche moltissimi vertebrati in massima parte pesci. Già durante il periodo devoniano, ma anche durante il carbonifero ed il permiano esisteva una così grande quantità di pesci, sopratutto di selaci e di ganoidi, che noi possiamo denominare tutta l'epoca paleolitica *epoca dei pesci*. Hanno sopratutto grande importanza fra i ganoidi paleozoici i crossopterigi come pure i ctenodipterini (dipneusti).

Durante quest'epoca cominciarono però anche alcuni pesci ad abituarsi alla vita terragnola e così diedero origine alla classe degli *anfibii*. Già nel sistema carbonifero noi troviamo resti fossili di anfibii con cinque dita, i più antichi vertebrati terragnoli e respiranti l'aria atmosferica. La molteplicità di questi anfibii cresce nel periodo permiano. Ma verso il fine di esso appaiono già anche i primi *amnioti*, i progenitori

DICIOTTESIMA TABELLA

Specchio dei periodi paleontologici, cioè delle divisioni maggiori della storia organica della terra.

I.

PRIMA EPOCA - EPOCA ARCHEOZOICA - EPOCA PRIMORDIALE

(*Epoca degli acranii e delle foreste di alghe*).

1. Periodo archeolitico antico	oppure	. . . . Periodo laurenziano.
2. Periodo archeolitico medio	»	. . . . Periodo cambriano.
3. Periodo archeolitico recente	»	. . . . Periodo siluriano.

II

SECONDA EPOCA - EPOCA PALEOZOICA - EPOCA PRIMARIA

(*Epoca dei pesci e delle foreste di felci*).

1. Periodo paleolitico antico	oppure	. . . . Periodo devoniano.
2. Periodo paleolitico medio	»	. . . . Periodo carbonifero.
3. Periodo paleolitico recente	»	. . . . Periodo permiano.

III.

TERZA EPOCA - EPOCA MESOZOICA - EPOCA SECONDARIA

(*Epoca dei rettili e delle foreste di conifere*).

1. Periodo mesolitico antico	oppure	. . . . Periodo triassico.
2. Periodo mesolitico medio	»	. . . . Periodo giurassico.
3. Periodo mesolitico recente	»	. . . . Periodo cretaceo.

IV.

QUARTA EPOCA - EPOCA CENOZOICA - EPOCA TERZIARIA

(*Epoca dei mammiferi e degli alberi a foglie caduche*).

1. Periodo cenolitico antico	oppure	. . . . Periodo eocenico.
2. Periodo cenolitico medio	»	. . . . Periodo miocenico.
3. Periodo cenolitico recente	»	. . . . Periodo pliocenico.

V.

QUINTA EPOCA - EPOCA ANTROPOZOICA - EPOCA QUATERNARIA

(*Epoca dell'uomo e della coltivazione*).

1. Periodo antropolitico antico	oppure	. . . . Periodo glaciale.
2. Periodo antropolitico medio	»	. . . . Periodo postglaciale.
3. Periodo antropolitico recente . . .	»	. . . . Periodo della coltura.

(Il periodo della coltura è il tempo storico o periodo delle tradizioni).

DICIANNOVESIMA TABELLA

Specchio delle formazioni paleontologiche o degli strati fossiliferi della scorza terrestre.

TERRENI	SISTEMI	FORMAZIONI	SINONIMI DELLE FORMAZIONI
V. Terreni antropolitici o Gruppi di strati antropozoici (Quaternarii)	XIV. Recente (*Alluvium*)	36. Presente	Alluviale superiore
		35. Recente	Alluviale inferiore
	XIII. Plistocenico (*Diluvium*)	34. Postglaciale	Diluviale superiore
		33. Glaciale	Diluviale inferiore
IV. Terreni cenolitici o Gruppi di strati cenozoici (Terziarii)	XII. Pliocenico (Terziario recente)	32. Arverniana	Pliocene superiore
		31. Subapenninica	Pliocene inferiore
	XI. Miocenico (Terziario medio)	30. Faluniana	Miocene superiore
		29. Limburgiana	Miocene inferiore
	X. Eocenico (Terziario antico)	28. Gesso	Eocene superiore
		27. Calcare grossolano	Eocene medio
		26. Argilla di Londra	Eocene inferiore
III. Terreni mesolitici o Gruppi di strati mesozoici (Secondarii)	IX. Cretaceo	25. Creta bianca	Cretaceo superiore
		24. Arenaria verde	Cretaceo medio
		23. Neocomiana	Cretaceo inferiore
		22. Wealdiana	Formazione delle foreste
	VIII. Giurassico	21. Portlandiana	Oolite superiore
		20. Oxfordiana	Oolite media
		19. Batoniana	Oolite inferiore
		18. Liasica	Formazione liasica
	VII. Triasico	17. Keuperiana	Trias superiore
		16. Calcare conchiglifero	Trias medio
		15. Arenaria variegata	Trias inferiore
II Terreni paleolitici o Gruppi di strati paleozoici (Primari)	VI. Permiano (Arenaria rossa recente)	14. Zechstein	Permiano superiore
		13. Arenaria rossa recente	Permiano inferiore
	V. Carbonifero (Carbon fossile)	12. Arenaria carbonifera	Carbonifero superiore
		11. Calcare carbonifero	Carbonifero inferiore
	IV. Devoniano (Antica arenaria rossa)	10. Piltoniana	Devoniano superiore
		9. Ilfracombiana	Devoniano medio
		8. Linton	Devoniano inferiore
I. Terreni archeolitici o Gruppi di strati archeozoici (Primordiali)	III. Siluriano	7. Ludlow	Siluriano superiore
		6. Wenlock	Siluriano medio
		5. Landeilo	Siluriano inferiore
	II. Laurenziano	4. Potsdam	Cambriano superiore
		3. Longmynd	Cambriano inferiore
	I. Cambriano	2. Labrador	Laurenziano superiore
		1. Ottawa	Laurenziano inferiore

delle tre classi superiori di vertebrati. Sono questi i lacertiformi rincocefali e pelicosauri; il primo a esser noto fu il *Proterosaurus* dal schisto cuprifero di Eisenach. Questi antichissimi resti di rettili respingono l'origine dei più antichi amnioti, fra i quali ad ogni modo deve esserci stato lo stipite comune dei rettili, uccelli e mammiferi, verso il fine dell'epoca paleolitica. Per tal modo gli antenati del genere umano devono durante quest'epoca essere stati rappresentati in principio da veri pesci, poi da dipneusti ed anfibii ed in ultimo dai più antichi amnioti, dai *protamnioti.*

All'epoca paleozoica si rannoda come terza sezione principale della storia organica della terra *l'epoca mesozoica* o *secondaria.* Anche questa viene a sua volta divisa in tre sezioni minori, nel *periodo triasico, giurassico* e *cretaceo.* La potenza dei gruppi di strati che furono deposti durante questi tre periodi, dal principio del triasico sino alla fine del cretaceo, arriva complessivamente a circa 15,000 piedi, cioè nemmeno alla metà dei depositi paleozoici. Durante quest'epoca si ebbe in tutte le sezioni del regno animale un rigogliosissimo e svariato sviluppo. Specialmente nel tipo dei vertebrati si sviluppò una quantità di nuove ed interessanti forme. Fra i pesci appaiono per la prima volta i pesci ossei. In affatto preponderante svariatezza e quantità di forme appaiono però i rettili, fra i quali i più rimarchevoli e conosciuti sono gli estinti draghi giganti (dinosauri), i draghi marini (halisauri) ed i sauri volanti (pterosauri). Per questo predominio della classe dei rettili si designa giustamente questa sezione col nome di *epoca dei rettili.* Durante quest'epoca però si sviluppò inoltre anche la classe degli *uccelli,* e questa ha indubbiamente preso la sua origine da un ramo di rettili lacertiformi. Ciò è dimostrato dalla concordante embriologia degli uccelli e dei rettili, dalla loro anatomia comparata e fra altro anche dalla circostanza che in questo periodo vivevano ancora uccelli fossili con denti nelle mascelle e con coda di lucertola (*Archaeopteryx, Odontornis*).

Finalmente apparve durante l'epoca mesozoica anche la più perfetta e per noi più importante classe di vertebrati, la classe dei *mammiferi.* I più antichi resti fossili di essi sono stati trovati negli strati triasici recenti: mandibole inferiori di piccoli monotremi e marsupiali. Resti più numerosi si trovano un po' più tardi nel giurese, alcuni anche nel cretaceo. Tutti i resti di mammiferi che ci son noti di quest'epoca mesolitica appartengono ai bassi promammali e marsupiali; fra essi si sono trovati sicuramente anche degli antenati dell'uomo. Per contro di tutta quest'epoca non è ancor nota con sicurezza una sola reliquia di un mammifero superiore (di un placentale). Quest'ultima divisione primaria dei mammiferi, alla quale appartiene anche l'uomo, non si sviluppò che più tardi, verso il fine di essa e nella susseguente epoca terziaria.

La quarta gran divisione della storia organica della terra, l'*epoca terziaria o cenozoica,* fu di molto minor durata che le precedenti. Infatti gli strati che furono deposti durante quest'epoca non sono spessi complessivamente che 3000 piedi. Anche essa viene divisa in tre sezioni subordinate che si chiamano periodo *eocenico, miocenico* e *pliocenico.* Entro questo periodo si ebbe il più molteplice sviluppo delle classi superiori di animali e di piante: la fauna e la flora del nostro pianeta si avvicinarono allora sempre più al carattere che esse hanno presentemente. Allora particolarmente ottenne la predominanza la più elevata classe di animali, quella dei mammiferi. Si può dunque chiamare appunto quest'epoca terziaria *epoca dei mammiferi.* Solo ora appare la più perfetta divisione di essa, quella dei placentali, alla quale appartiene anche il genere umano. Il primo apparire dell'*uomo,* o per esprimersi meglio, lo svolgersi dell'uomo della specie più affine di scimmia cade verosimilmente nel periodo

miocenico o nel *pliocenico*, nella media o nell'ultima sezione dell'epoca terziaria. Fors'anche, come altri ammettono, l'uomo propriamente detto, dotato cioè di favella, si è svolto solo nella susseguente epoca antropozoica da pitecantropi privi di parola.

In questa quinta ed ultima gran divisione della storia organica della terra avvenne ad ogni modo il completo sviluppo e la diffusione delle varie specie umane ed appunto per ciò essa è stata chiamata *epoca antropozoica* od anche *epoca quaternaria*. Certamente nello stato incompleto delle nostre conoscenze paleontologiche e preistoriche noi ora non possiamo ancora risolvere la questione se l'evoluzione del genere umano dalle forme più affini di scimmie abbia solo avuto luogo al principio di questa epoca antropozoica o non già a mezzo o verso il fine della precedente epoca terziaria. Tanto però è ben certo, che il vero svolgersi della coltura umana cade solo nell'epoca antropozoica e che questa non comprende che una sezione impercettibile di tutta l'enorme durata della storia organica della terra.

Se si pensa a ciò appare una ridicola stravaganza dell'uomo il chiamare « storia universale » il breve spazio della sua civiltà. Questa cosidetta « storia universale » non è, secondo un calcolo approssimativo, nemmeno un mezzo per cento della lunghezza delle enormi epoche che sono scorse dal principio della storia organica della terra sino al presente. Infatti questa storia universale, o meglio la storia dei popoli, non è essa stessa che l'ultima metà dell'epoca antropozoica, mentre la prima metà di essa deve ancora venir chiamata epoca preistorica. Quest'ultima grande divisione che va dal fine del periodo cenozoico sino al presente può dunque essere detta *epoca del genere umano*, inquantochè durante essa ebbe luogo la diffusione ed il differenziamento delle varie specie e varietà umane che esercitarono un'azione modificatrice così potente su tutta la rimanente popolazione organica della terra.

Sin dal primo risveglio della coscienza umana la vanità e l'orgoglio dell'uomo si sono particolarmente compiaciuti nel pensiero che l'uomo sia il vero scopo principale di ogni vita terrestre, il centro della natura terrena al cui servizio e per la cui utilità sin dal principio una « saggia previdenza », abbia predestinato tutto il meccanismo di quest'ultima. Quanto queste presuntuose *idee antropocentriche* siano completamente ingiustificate, nulla lo dimostra più convincentemente che il paragone fra la lunghezza dell'epoca antropozoica o quaternaria e quella delle epoche antecedenti. Infatti, se anche l'epoca antropolitica può comprendere molte centinaia di migliaia di anni, che è mai questo lasso di tempo di fronte ai milioni di anni che sono scorsi dal principio della storia organica della terra sino al primo apparire del genere umano?

Se noi dividiamo in cento parti uguali tutta quanta la durata della storia organica della terra, dalla generazione primordiale delle monere sino al giorno d'oggi, e se poi corrispondentemente allo spessore relativo, approssimativamente calcolato, dei sistemi di strati deposti in quel mezzo computiamo approssimativamente secondo le percentuali la relativa durata di quelle cinque grandi epoche, allora noi otteniamo il seguente rapporto di lunghezze:

I. Epoca archeolitica od archeozoica (primordiale)	53.6
II. Epoca paleolitica o paleozoica (primaria)	32.1
III. Epoca mesolitica o mesozoica (secondaria)	11.5
IV. Epoca cenolitica o cenozoica (terziaria)	2.3
V. Epoca antropolitica od antropozoica (quaternaria)	0.5
Totale . . .	100.0

Anche più evidentemente ci è mostrato questo rapporto relativo di lunghezza delle cinque epoche della storia organica della terra dalla seguente tabella (tab. XX), nella quale è dato corrispondentemente a quei rapporti lo spessore relativo dei sistemi di strati deposti entro quelle epoche. Voi vedete qui come il tempo occupato dalla cosidetta « storia universale » non è che un'impercettibile durata rispetto alla smisurata lunghezza delle epoche antecedenti nelle quali di esistenze umane sul nostro pianeta non era ancor questione. Persino l'importante epoca cenozoica o terziaria entro la quale si svilupparono dapprima i placentali o mammiferi superiori non è che poco più del due per cento della lunghezza complessiva della storia organica della terra (128).

Ora prima di affacciarci al nostro vero còmpito filogenetico e prima che noi, appoggiati sulle nostre esperienze ontogenetiche e sulla legge biogenetica fondamentale, seguiamo passo per passo l'evoluzione storica dei nostri antenati animali nel corso di quelle epoche, permettiamoci ancora una breve escursione in un altro territorio scientifico, apparentemente molto diverso e lontano, la cui considerazione generale faciliterà di molto la soluzione delle ardue questioni che ora ci verranno incontro. Questo è il campo della *linguistica comparata*. Dopochè il Darwin colla sua teoria della selezione ebbe portata nuova vita nella biologia ed ebbe sollevata dappertutto la questione fondamentale dell'evoluzione, d'allora già da molte e diverse parti si è accennato alla rimarchevole concordanza che v' ha fra l'evoluzione delle diverse *lingue* umane e quella delle *specie* organiche. Questo paragone è interamente giustificato e molto istruttivo. Invero chi voglia riuscire ad una piena chiarezza su molte difficili ed oscure contingenze dell'evoluzione delle specie troverà ben difficilmente un'analogia più completa. Infatti quest'ultima è dominata e guidata dalle stesse leggi naturali come l'evoluzione delle lingue.

Tutti i glottologi che sono un po' avanti nella scienza ammettono ora concordemente che *tutte le lingue umane* si sono *sviluppate* lentamente e poco alla volta da semplicissimi abbozzi. Per contro la strana credenza, difesa ancora cinquant'anni fa da ragguardevoli autorità, che la favella sia un « dono divino » è ora generalmente abbandonata e vien sostenuta al più da teologi e da simil gente che non ha alcuna idea della evoluzione naturale. Davanti ai brillanti risultati della linguistica comparata bisogna proprio chiudersi gli occhi con ambo le mani se non si vuol vedere l'evoluzione naturale della favella. Per un naturalista propriamente è cosa che s' intende da sè. Infatti *la favella è una funzione fisiologica* dell'organismo umano che *si è sviluppata* in pari tempo coi suoi organi, la laringe e la lingua, e colle funzioni cerebrali. Noi dunque troveremo anche naturale il ritrovare nella storia dell'evoluzione e nella sistematica delle lingue le stesse contingenze che nella storia dell'evoluzione e nella sistematica delle specie. I diversi gruppi maggiori e minori di forme delle lingue che la linguistica comparata distingue come lingue primitive, lingue fondamentali, lingue madri, lingue figlie, dialetti, parlari, ecc., corrispondono completamente nel loro modo di evoluzione alle diverse maggiori o minori categorie di forme che noi nel sistema zoologico e botanico classifichiamo come tipi, classi, ordini, famiglie, generi, specie e varietà del regno animale e del regno vegetale. Il rapporto fra queste diverse categorie del sistema che sono parte coordinate fra loro, parte subordinate l'una all'altra, è nei due casi affatto lo stesso; ma anche la loro evoluzione avviene qui come colà nella stessa guisa. Questo paragone istruttivo ebbe per la prima volta esteso svolgimento da uno dei nostri primi glottologi

VENTESIMA TABELLA

Specchio dei sistemi di strati nettunici fossiliferi della scorza terrestre con riguardo al loro relativo spessore approssimato (circa 130,000 piedi)

IV. Sistema cenolitico circa 3,000 piedi	XII. Pliocene XI. Miocene X. Eocene	**Mammali** Placentali
III. Sistema mesolitico Depositi dell'epoca secondaria circa 15,000 piedi	IX. Sistema cretaceo	Proplacentali
	VIII. Sistema giurassico	Marsupiali
	VII. Sistema triasico	Promammali
II. Sistema paleolitico Depositi dell'epoca primaria circa 42,000 piedi	VI. Sistema permiano	**Rettili** (Rincocefali)
	V. Sistema carbonifero	**Anfibii** (Stegocefali)
	IV. Sistema devoniano	**Dipneusti** (Ctenodipterini)
I. Sistema archeolitico Depositi dell'epoca primordiale circa 70,000 piedi	III. Sistema siluriano Circa 22,000 piedi	**Pesci** (Ganoidi, Selaci) (Ciclostomi ?)
	II. Sistema cambriano circa 18,000 piedi	**Acranii** (Prospondilei ?) **Invertebrati** (Procordonii ?)
	I. Sistema laurenziano circa 30,000 piedi	**Elminti ?** **Gastreadi ?** **Protozoi ?**

comparativi, da Augusto Schleicher, morto, disgraziatamente, anzi tempo, il quale era insieme un dottissimo botanico. Nella sua grande opera voi trovate trattata l'« anatomia comparata e l'evoluzione delle lingue » nello stesso modo filogenetico secondo il quale noi procediamo nell'anatomia comparata e nella storia dell'evoluzione delle forme animali. Egli l'ha specialmente applicato alla stirpe delle lingue indo-germaniche e nel piccolo scritto sopra « la teoria di Darwin e la scienza della lingua », l'ha spiegato con un interessante albero genealogico del tipo linguistico indo-germanico (129).

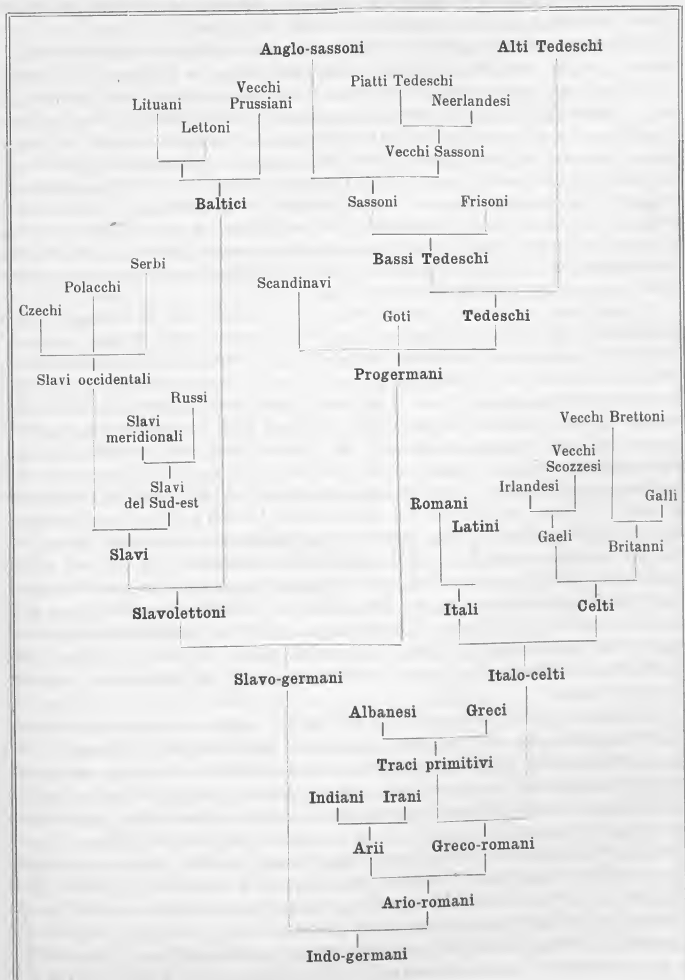
Se voi, coll'aiuto di questo albero genealogico, seguite lo sviluppo delle diverse lingue che si sono diramate dalla comune radice della lingua primitiva indo-germanica, otterrete un' idea straordinariamente chiara della loro filogenesi. In pari tempo vi convincerete che questa è per molti rispetti analoga allo sviluppo dei gruppi maggiori o minori di vertebrati che si sono svolti dalla comune forma-stipite del provertebrato. Quell'antichissima lingua-madre indo-germanica si è dapprima divisa in due tronchi principali: un tronco principale o primitivo slavo-germanico ed uno ario-romano. Il ceppo primitivo slavo-germanico si biforcò poi nuovamente in una lingua germanica primitiva ed una lingua slavolettica. Nello stesso modo il ceppo primitivo ario-romano si divise in una lingua primitiva ariana ed una greco-romana (pag. 337). Seguendo più oltre l'albero genealogico di queste quattro lingue primitive indo-germaniche troviamo che la nostra antichissima lingua germanica primitiva si divise in tre rami principali, in una lingua fondamentale scandinava, una gotica ed una tedesca. Da questa lingua fondamentale tedesca sorsero da una parte l'alto tedesco, dall'altra il basso tedesco, al quale ultimo appartengono i diversi dialetti frisoni, sassoni e bassi tedeschi. In simil guisa si svolse la lingua primitiva slavolettica che si divise dapprima in una lingua fondamentale baltica ed una slava. Dalla lingua fondamentale baltica nacquero i dialetti lettici, lituani e vecchi prussiani. Dalla lingua fondamentale slava si svolsero invece da una parte, nel sud-est, i dialetti slavi-meridionali e russi, dall'altra, nell'ovest, i dialetti polacchi e czechi.

Gettiamo dall'altro lato uno sguardo sulla diramazione dell'altro tronco principale della lingua indo-germanica, il ceppo primitivo ario-romano; troveremo qui nei suoi due rami principali una non meno ricca suddivisione. La lingua primitiva greco-romana si divise dapprima nella lingua fondamentale traca (albanese-greca) e nella lingua fondamentale italo-celtica. Da quest'ultima son venuti fuori alla loro volta due rami divergenti, nel mezzodì il ramo italico (romano e latino), nel settentrione il ramo celtico, dal quale nacquero i diversi dialetti britannici (vecchio britannico, vecchio scozzese, irlandese) e gallici. Così pure dalla ripetuta divisione della lingua primitiva ariana nacquero i numerosi dialetti iranici ed indiani.

Il rintracciare più dappresso quest'albero genealogico della lingua indo-germanica ha per molti riguardi il massimo interesse. La *glottologia comparata*, cui ne dobbiamo la conoscenza, si comporta qui come una vera scienza, come una *scienza naturale*. Anzi da molto tempo essa ha anticipato sul suo campo l'applicazione del *metodo filogenetico*, col quale noi ora otteniamo i maggiori successi nel campo della zoologia e della botanica. A questo proposito non posso trattenere l'osservazione che la nostra coltura generale andrebbe ben meglio quando nelle nostre scuole la linguistica (per fermo uno dei più importanti mezzi di coltura) fosse trattata *comparativamente*, quando al posto della nostra morta ed arida filologia sottentrasse la viva e vivificante « linguistica comparata ». Quest'ultima sta alla prima affatto

VENTUNESIMA TABELLA

Albero genealogico delle lingue indo-germaniche.



come la viva scienza dell'evoluzione degli organismi sta alla morta sistematica degli antichi. Quanto maggior interesse prenderebbero gli allievi dei nostri ginnasi allo studio delle lingue e quante idee vive ne ricaverebbero quando essi vi imparassero solo i primi elementi della linguistica comparata invece di essere tormentati colla scoraggiante composizione di brani latini in istile ciceroniano!

Mi son qui alquanto soffermato sull'« anatomia comparata e filogenesi delle lingue », perchè essa spiega in modo affatto superlativo la filogenesi delle specie organiche. Come vedete, per la struttura e lo sviluppo le lingue primitive, madrilingue, lingue figlie e dialetti corrispondono davvero interamente alle classi, ordini, generi e specie del regno animale. Qui come colà il « sistema naturale » è filogenetico. Come noi dall'anatomia comparata ed ontogenesi e dalla paleontologia siamo condotti alla salda convinzione che tutti i vertebrati estinti e viventi discendono da una forma fondamentale comune, così dallo studio comparativo delle lingue indogermaniche estinte e viventi siamo condotti all'incrollabile convinzione di una comune origine di tutte queste lingue da una lingua primitiva comune. Questa è la concordante opinione monofiletica di tutti i linguisti di valore che hanno lavorato in questo campo e che son capaci di un giudizio critico (130).

Il punto però sul quale in questo paragone dei diversi rami delle lingue indogermaniche colle diverse divisioni del tipo dei vertebrati vorrei attirare la vostra speciale attenzione è questo che voi non dovete mai scambiare i discendenti diretti colle linee laterali, nè le forme estinte colle viventi. Questo scambio si fa molto frequentemente ed i nostri avversari utilizzano bene spesso gli erronei concetti che nascono da tali scambi per combattere la teoria della discendenza in generale. Quando noi, per esempio, affermiamo che l'uomo derivi dalle scimmie e queste ultime dalle proscimmie, come pure le proscimmie dai marsupiali, molte persone pensano solo alle specie conosciute e viventi di questi diversi ordini di mammiferi le quali si trovano imbalsamate nei nostri musei. I nostri avversari però attribuiscono a noi stessi questo erroneo concetto ed affermano con più malizia che ragione che ciò è affatto impossibile; oppure pretendono addirittura che noi per via di esperimento fisiologico tramutiamo un canguro in una proscimmia, quest'ultima in un gorilla ed il gorilla in un uomo! Questa pretesa è altrettanto puerile come quel concetto è erroneo. Infatti tutte le forme ancora viventi si sono più o meno allontanate dalla comune forma stipite e nessuna di esse può produrre quella stessa discendenza divergente che è stata prodotta realmente da quella forma migliaia d'anni fa (131).

Indubbiamente l'uomo discende da una forma estinta di *mammifero* che noi, se l'avessimo davanti, collocheremmo sicuramente nell'ordine delle scimmie. Altrettanto indubbiamente questa scimmia primitiva discende a sua volta da una ignota proscimmia e quest'ultima da un marsupiale estinto. Ma è altrettanto fuori di dubbio che tutte queste forme estinte di antenati solo pei *tratti essenziali della loro interna struttura* e per la corrispondenza di quei *caratteri anatomici d'ordine che sono decisivi* devono essere considerati come appartenenti a quegli ordini ancor viventi di mammiferi. Nella forma esterna, nei caratteri generici e specifici essi devono aver differito più o meno o fors'anche notevolissimamente da tutti i rappresentanti viventi di quegli ordini. Infatti deve valere come processo affatto generale e naturale nell'evoluzione filogenetica che le forme stipiti colle loro particolarità specifiche devono da tempo maggiore o minore essersi estinte. Quelle forme che fra le specie viventi più

s'avvicinano a loro sono tuttavia più o meno, forse molto essenzialmente, diverse da esse. Perciò nelle nostre ricerche filogenetiche e nell'esame comparativo dei discendenti divergenti i quali vivono tuttodì non si può trattare d'altro che di determinare la distanza più o meno grande che separa queste ultime dalla forma stipite. Neppure una fra le antiche forme stipiti si è conservata invariata fino ai nostri giorni.

La stessa condizione di cose si ritrova nella comparazione delle diverse lingue estinte e viventi che si svilupparono da una stessa lingua primitiva comune. Se noi consideriamo da questo punto di vista il nostro albero genealogico delle lingue indo-germaniche, noi dobbiamo fin dal principio concludere che tutte le più antiche lingue primitive, lingue fondamentali e madri-lingue, delle quali noi dobbiamo considerare come divergenti lingue-figlie e lingue-nipoti i dialetti tuttora viventi di questo tronco, sono da maggiore o minor tempo estinte. E di fatto tale è anche il caso. La lingua primaria ario-romana e la slavo-germanica sono da lungo tempo interamente scomparse, come pure le lingue primitive aria e greco-romana, slavolettica e germanica. Ma anche le loro figlie e nipoti sono da molto tempo estinte e tutte le lingue indo-germaniche oggidì viventi sono solo fra loro parenti, inquantochè sono discendenti divergenti di comuni forme stipiti. Le une si sono più, le altre meno, allontanate da queste forme stipiti originarie.

Questo fatto facilmente verificabile spiega veramente le analoghe contingenze che si trovano nella discendenza delle specie dei vertebrati. La filogenetica « glottologia comparata » appoggia qui, come potente alleata, la filogenetica « zoologia comparata ». La prima può però produrre prove molto più dirette che non questa ultima, poichè il materiale paleontologico della scienza delle lingue, cioè gli antichi monumenti scritti delle lingue estinte, sono incomparabilmente più completi che non il materiale paleontologico della zoologia, le ossa fossili e le impronte dei vertebrati. Quanto più voi mediterete quest'analogia, tanto più vi convincerete della sua giustezza.

Vedrete presto che noi siamo in grado di rintracciare l'albero genealogico dell'uomo non solo fino ai mammiferi inferiori, ma più in giù fino agli anfibii, ancora più oltre sino ai pesci primitivi selaciformi e finalmente ancora più oltre, ai vertebrati acranii che erano affini all'*Amphioxus*. Ora, come ben vi accorgerete, ciò non si deve mai intendere in questo senso che l'*Amphioxus* ancor oggi vivente, i moderni selaci, i moderni anfibii ci possano dare in qualche modo una esatta idea dell'esterno aspetto delle relative forme stipiti. Ancor meno dobbiamo intenderla nel senso che l'*Amphioxus* o qualche selace dell'età presente o qualche specie ancor vivente di anfibio sia veramente uno stipite dei vertebrati superiori e dell'uomo. Piuttosto quell'importante affermazione si deve ragionevolmente intendere solo in questo senso che le citate forme viventi siano linee laterali, le quali sono rimaste molto più prossimamente affini e molto più simili agli estinti stipiti comuni che non tutte le altre forme animali che ci siano note. Esse, per ciò che riguarda la caratteristica struttura interna, sono rimaste così simili che se noi avessimo vivi davanti a noi quegli stipiti ignoti li metteremmo insieme ad essi in una stessa classe. Ma giammai discendenti diretti della forma primitiva si sono mantenuti invariati. Perciò rimane affatto esclusa l'ipotesi che fra le specie animali ancor oggi viventi sia possibile trovare degli antenati diretti del genere umano colle *forme specifiche esterne* che loro sono caratteristiche. Quel tanto di essenziale e caratteristico che collega più o meno strettamente le forme ancora viventi colle comuni forme stipiti estinte sta nella *interna struttura*

del corpo, non nella forma specifica esterna. Quest'ultima è stata variamente modificata dall'*adattamento*. La prima si è per eredità più o meno conservata.

L'anatomia ed ontogenesi comparate dànno l'irrefutabile prova che *l'uomo è un vero vertebrato*, e perciò anche l'albero genealogico speciale dell'uomo deve naturalmente essere connesso colla genealogia di tutti quei vertebrati che discendono con lui da una radice comune. Ora da molti importanti argomenti fornitici dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi noi non possiamo ammettere *per tutti i vertebrati* che una *sola origine primitiva comune*, una discendenza *monofiletica*. *Se pur la teoria della discendenza in generale è vera, tutti i vertebrati, compreso l'uomo, non possono discendere che da una sola forma stipite comune*, da un'unica specie di « provertebrato ». Perciò l'albero genealogico dei vertebrati sarà in pari tempo l'albero genealogico del genere umano.

Il nostro còmpito, quello di rintracciare la genealogia dell'*uomo*, si allarga così al còmpito più esteso di costruire l'albero genealogico di tutto il *tipo dei vertebrati*. Ma questo, come già sapete dall'anatomia comparata ed ontogenesi dell'*Amphioxus* e dell'ascidia, è connesso coll'albero genealogico degli animali invertebrati e cioè direttamente con quello dei *vermi*, mentre non si può constatare alcun legame di esso coi tipi animali indipendenti degli articolati, molluschi ed echinodermi. Se noi ora coll'aiuto dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi, seguiamo più oltre la nostra genealogia per varii gradi, giù fino agli infimi vermi, allora noi perveniamo infallantemente alla *gastrea*, a quell'importantissima forma animale che ci presenta il più semplice prototipo immaginabile di un animale con due foglietti germinativi. La gastrea stessa è nata dalla semplice sfera cava pluricellulare, dalla *blastea*, e questa ultima a sua volta non può aver tratta l'origine che da quell'infima cerchia di forme animali unicellulari, le quali vengono comprese sotto il nome di *protozoi*. Fra questi noi abbiamo già preso in considerazione la forma primitiva più importante, l'unicellulare *ameba*, la cui straordinaria importanza riposa sul suo paragone colla cellula-uovo dell'uomo. Con ciò noi abbiamo raggiunto il più profondo dei punti incrollabili ai quali si deve direttamente applicare la nostra legge biogenetica fondamentale, al quale dallo stato evolutivo embrionale possiamo direttamente ricavare la forma stipite estinta. Il carattere ameboide della giovine cellula-uovo, come pure lo stato unicellulare nel quale ciascun uomo comincia, come semplice cellula-stipite o citula, la sua esistenza individuale, ci autorizzano ad affermare che i più antichi antenati del genere umano sono semplici *cellule* ameboidi.

Qui però ci si affaccia la grave questione: « donde son venute al primo esordio della storia organica della terra, al principio del periodo laurenziano, le più antiche amebe? ». A ciò non v'ha che una risposta: i più antichi organismi unicellulari non possono in origine essersi sviluppati che dai più semplici organismi, dalle *monere*. Queste monere, che già conoscete, sono in pari tempo i più semplici organismi che noi possiamo immaginare. Infatti il loro corpo non possiede ancora alcuna forma definita e non è altro che un frammento di « muco primitivo » o plasson, un grumetto di quella materia albuminoide vivente che già compie tutte le essenziali funzioni della vita, la quale forma in origine la base materiale della vita stessa. Noi veniamo così all'ultima o, se preferite, alla prima questione della storia dell'evoluzione, alla questione della prima origine delle monere. Questa però è allo stesso tempo la questione della prima origine della vita, la questione della *generazione primordiale* (*generatio spontanea* od *aequivoca*).

Noi in queste conferenze non abbiamo nè tempo nè occasione di addentrarci in questa difficile questione della generazione spontanea. A questo riguardo io devo rimandarvi alla mia *Storia della creazione naturale* (XV Conferenza) e specialmente al secondo libro della *Morfologia generale*, come pure alle speciali discussioni sopra « le monere e la generazione spontanea » nei miei *Studii sopra le monere ed altri protisti* (132). Colà io ho esposto molto estesamente le mie idee personali in questa importante questione. Più tardi (1884) essa è stata svolta più oltre dal celebre botanico Naegeli. Qui mi accontenterò di toccare con due parole l'oscuro problema della prima origine della vita e rispondervi solo in quanto esso ha relazione col nostro concetto fondamentale della evoluzione organica. In quel senso determinato, strettamente delimitato, nel quale io difendo la *generazione primordiale* o *generazione spontanea* e nel quale io la devo considerare come un'*ipotesi indispensabile* per spiegare la prima origine della vita sulla terra, essa non si applica che all'*origine delle monere da combinazioni inorganiche del carbonio.* Quando per la prima volta apparvero sul nostro pianeta, fin allora privo di vita, dei corpi viventi, deve anzitutto, in via puramente chimica, essersi formata da combinazioni del carbonio puramente inorganiche quella complicatissima combinazione azotata del carbonio che noi chiamiamo *plasson* o « mucilagine primordiale » e che è il più antico substrato materiale di tutte le funzioni vitali. Le più antiche monere nacquero in mare per generazione spontanea analogamente a cristalli che si formano nella loro acqua-madre. Questa ipotesi è richiesta dal giusto bisogno di causalità della ragione umana. Infatti se noi da una parte pensiamo che tutta la storia inorganica della terra si svolge seguendo leggi meccaniche senza alcun intervento creatore, e se noi d'altra parte consideriamo che anche tutta la storia organica della terra è determinata da simili leggi meccaniche, se noi inoltre vediamo che per l'origine dei differenti organismi non v'ha bisogno di alcun intervento soprannaturale di una qualche forza creatrice, allora è completamente fuor di luogo l'ammettere un simile intervento soprannaturale di creazione per la prima origine della vita organica sulla terra.

La vecchia questione della generazione spontanea ci appare oggi così intricata solo perchè sotto questo concetto si comprende una quantità di idee diverse ed in parte affatto assurde e perchè si è creduto di poterlo risolvere sperimentalmente coi più rozzi cimenti. In via sperimentale la teoria della generazione spontanea non può del resto essere *confutata.* Infatti ciascun esperimento con risultato negativo prova solo che nelle condizioni (sempre estremamente artificiali) nelle quali ci siamo posti non si è prodotto da combinazioni inorganiche alcun organismo. *Provata* però la teoria della generazione spontanea per via di esperimenti lo potrà essere difficilmente, e se anche pur oggi nascessero quotidianamente per generazione spontanea delle monere (il che è ben possibile!), pure il verificare empiricamente questo processo sarebbe estremamente difficile, il più delle volte impossibile. Quegli però che per la prima origine della vita sulla nostra terra non ammette nel nostro senso una produzione primordiale di monere, non ha più altra via che di credere ad un *miracolo* soprannaturale, ed invero è quel che fanno anche oggidì molti « esatti scienziati », facendo così buon mercato della loro ragione.

Per vero un celebre fisico inglese, William Thomson, ha cercato di eludere la necessaria ipotesi della generazione spontanea coll'ammettere che gli organismi abitanti la nostra terra discendono in origine da germi che provengono dagli abitatori viventi di altri pianeti e che sarebbero accidentalmente caduti sulla terra con frammenti

sbalestrati via di questi ultimi, con pietre meteoriche. Quest'ipotesi ha trovato buona accoglienza ed è stata sostenuta persino da uno dei nostri più celebri scienziati, dall' Helmoltz. Frattanto essa è già stata confutata dall'acuto fisico Federico Zoellner nella sua segnalata opera di filosofia naturale *Sulla natura delle comete*, libro critico che contiene del resto le più preziose « contribuzioni alla storia e teoria del conoscimento » (127). Il Zoellner in quel libro ha luminosamente dimostrato quanto quella ipotesi sia *doppiamente antiscientifica*, prima sotto l'aspetto logico o formale, poi pel suo contenuto scientifico (loc. cit., pag. XXVI). In pari tempo esso fa notare giustamente che la nostra ipotesi della generazione spontanea è la necessaria « condizione per comprendere la natura secondo la legge della causalità ».

Ma lo ripeto ancora una volta espressamente: *solo per le monere*, solo per amorfi « *organismi senza organi* » ci è permesso ricorrere all'ipotesi della generazione spontanea. Ogni organismo differenziato, ogni organismo composto di organi, non può che essersi prodotto per *differenziamento delle sue parti*, e perciò in via filogenetica, da un organismo più indifferente e più basso. Noi non possiamo dunque ammettere un processo di generazione spontanea nemmeno per l'origine della più semplice cellula. Poichè persino la più semplice cellula risulta da almeno due componenti diversi, da un interno nucleo più solido (*nucleus*) e da un'esterna sostanza cellulare più molle (*protoplasma*). Queste due parti diverse non possono essere nate che per differenziamento dell'indifferente *plasson* di una monera, cioè di un citode. Appunto per ciò la storia naturale delle *monere* ha il massimo interesse: infatti essa sola è in grado di rimuovere le difficoltà fondamentali della questione della generazione spontanea. Le monere tuttora viventi ci presentano realmente davanti agli occhi organismi privi di organi e di struttura simili a quelli che devono essersi prodotti per generazione spontanea al primo inizio della vita organica sulla terra.



DICIANNOVESIMA CONFERENZA

I nostri antenati protisti.

« Ora che il processo dell'evoluzione si mostra così infinitamente semplice si troverà certamente che tutto ciò vada da sè e che non avrebbe nemmeno avuto bisogno di essere confermato dalle ricerche. Ma la storia dell'uovo di Colombo si ripete ogni giorno ed a me tocca di averlo collocato una volta sull'anello. Del resto quanto si progredisca lentamente nel riconoscere ciò che s'intende da sè, specialmente quando vi si oppongono ragguardevoli autorità, l'ho abbastanza sperimentato a mie spese ».

CARLO ERNESTO VON BAER (1828).

**Induzione e deduzione nella filogenesi.
Imperfezione degli archivi filogenetici: paleontologia, anatomia comparata ed ontogenesi. — Le cinque categorie di antenati dell'albero genealogico umano: monere, amebe, moreadi, blasteadi, gastreadi.**

Contenuto della diciannovesima Conferenza.

Relazione della legge generale induttiva della teoria dell'evoluzione colle speciali ipotesi deduttive della discendenza. — Imperfezione dei tre grandi archivi della creazione, della paleontologia, ontogenesi ed anatomia comparata. — Diseguale sicurezza delle diverse ipotesi speciali della discendenza. La serie degli antenati dell'uomo in 25 gradi: 10 di antenati invertebrati e 15 di vertebrati. — Distribuzione di queste 25 forme stipiti nelle cinque sezioni primarie della storia organica della terra. — Prima categoria di antenati: monere. — L'amorfo ed omogeneo plasson delle monere. — Differenziamento del plasson in nucleo e protoplasma nelle cellule. — Citodi e cellule come due diverse forme di plastidi. — Fenomeni vitali delle monere. — Organismi senz'organi. — Seconda categoria di antenati: amebe, protozoi unicellulari. — Le ameboidi ovocellule. — L'uovo è più antico che il pollo. — Terzo grado di antenati: synamoebium o morea, ontogeneticamente ripetuta dalla moreola. — Quarta categoria di antenati: blastea, ontogeneticamente ripetuta dalla blastula (sfera cava). — Quinta categoria di antenati: gastrea, ontogeneticamente ripetuta dalla gastrula. — Formazione della gastrea per invaginazione della blastea. — Prophysema e Gastrophysema, gastreadi del presente. — Olynthus ed Hydra.

Bibliografia.

ERNST HAECKEL, *Organismen und Anorgane; Schöpfung und Selbstzeugung*, 1866 (V e VI capit. della « *Generelle Morphologie* »). — *Studien über Moneren und andere Protisten*, 1868 (Jena, *Zeitschr. f. Naturw.*, vol. IV *Monographie der Moneren*). — *Die Catallacten, eine neue Protistengruppe*, 1871 (*Ibid.*, vol. VI).

EDUARD VON BENEDEN, *Recherches sur l'évolution des grégarines*, 1871 (*Bull. de l'Acad. R. de Belgique*, tom. 31 e 33).

FRANZ EILHARD SCHULZE, *Rhizopoden-Studien*, 1874 (*Archiv für mikrosk. Anat.*, vol. X).

RICHARD HERTWIG, *Studien über Rhizopoden*, 1894 (*Ibid.*).

OTTO BÜTSCHLI, *Die Protozoen*, 1880-1889 (*in Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs*).

AUGUST GRÜBER, *Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoen*, 1886 (*Freiburg. Ber. Nat. Ges.*, vol. I, III).

ERNST HAECKEL, *Die Physemarien*, 1877 (*Haliphysema und Gastrophysema*) *Gastreaden der Gegenwart* (Jena, *Zeitschr. f. Naturw.*, vol. XI). — *Monographie der Kaltschwämme* (*Calcispongien oder Grantien*), 1872.

JOSEPH LEIDY, *Fresh-water Rhizopods*, 1879 (*United States Geolog. Survey*).

ERNST HAECKEL, *Studien zur Gastraea-Theorie*, 1873-1884 (Jena, *Zeitschr. für Naturw.*, vol. VIII, IX, XI, XVIII).

XIX.

Signori!

Guidati dalla legge biogenetica fondamentale e sulla base degli archivi della creazione che già abbiamo acquistati volgiamoci ora all'interessante còmpito di stabilire la serie degli stipiti animali del genere umano. Per procedere qui colla maggior possibile sicurezza noi dobbiamo anzitutto essere coscienti delle diverse operazioni che la nostra ragione applica in questa ricerca di filosofia naturale. Queste operazioni conoscitive sono parte di natura induttiva, parte di natura deduttiva; parte conclusioni che da numerose singole esperienze portano ad una legge comune, parte conclusioni che da questa legge generale risalgono ai singoli casi speciali.

Scienza *induttiva* è tutta la filogenesi presa in complesso. Infatti tutta la teoria della discendenza, come indispensabile ed essenzialissimo elemento della teoria generale dell'evoluzione, è fondata su pure induzioni. Dal complesso dei processi biologici della vita vegetale, della vita animale e della vita umana noi ci siamo formati il sicuro concetto *induttivo* che tutta quanta la popolazione organica della nostra terra si è formata secondo un'unica legge di evoluzione. Questa legge di evoluzione, per opera di Lamarck, di Darwin e dei loro seguaci ha preso la forma definita della *teoria della discendenza*. Tutti gli interessanti fenomeni che ci presentano l'ontogenesi e la paleontologia, l'anatomia comparata e la disteleologia, la corologia e l'ecologia degli organismi, tutte le importanti leggi generali che noi ricaviamo per astrazione dai fenomeni di queste diverse scienze e che stanno fra di loro in intima, armonica connessione, tutto ciò costituisce la larga base induttiva di quella massima legge biologica. *Perchè* tutti gli infinitamente molteplici fenomeni che ci si presentano in questi diversi campi solo colla teoria della discendenza si possono spiegare e comprendere nella loro intima connessione, *perciò* noi dobbiamo tenere quest'ultima per una certa legge di induzione.

Se noi però vogliamo ora applicare realmente questa legge induttiva cercando col suo aiuto di stabilire la discendenza dei singoli organismi, allora noi dobbiamo necessariamente farci delle *ipotesi filogenetiche* le quali hanno un carattere essenzialmente *deduttivo*, le quali sono conclusioni che partendo dalla teoria generale della discendenza risalgono al singolo caso speciale. Queste speciali conclusioni deduttive, però, secondo le inesorabili leggi della logica, appaiono così giustificate, così necessarie, così indispensabili nel nostro campo di ricerche quanto le conclusioni induttive generali sulle quali si fonda tutta quanta la teoria dell'evoluzione. *Anche la dottrina degli stipiti animali del genere umano è una simile legge deduttiva particolare la quale segue con logica necessità dalla legge induttiva generale della teoria della discendenza* (134).

Come ora si concede generalmente tanto dai seguaci come dagli avversarii della teoria della discendenza, riguardo all'origine del genere umano noi non abbiamo più

che la scelta fra due opinioni diametralmente opposte: *o* noi dobbiamo adattarci alla credenza che tutte le varie specie di animali e di piante, e così pure anche l'uomo, si sono prodotte indipendenti le une dalle altre pel processo soprannaturale di una « *creazione* » divina che, come tale, si sottrae affatto a qualsiasi considerazione scientifica, *oppure* noi siamo costretti ad accettare la teoria della discendenza in tutta la sua estensione e a derivare anche il genere umano, come le diverse specie di animali e di piante, da una antichissima, semplicissima forma stipite comune. Una terza ipotesi fra queste due non esiste. *O* cieca fede nella creazione *o* teoria scientifica della evoluzione! Accettando quest'ultima, che volendo comprendere scientificamente l'universo è la sola possibile, noi dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi siamo posti in grado di riconoscere approssimativamente la serie degli antenati umani nello stesso modo come lo possiamo più o meno per tutti i rimanenti organismi.

Ora dalle ricerche che abbiamo fatte finora sull'anatomia comparata e sull'ontogenesi dell'uomo e degli altri vertebrati vi sarà già apparso chiaramente che è solo nel tipo dei vertebrati che noi possiamo dapprima ricercare la genealogia dell'uomo. Non vi può essere dubbio di sorta (se pure la teoria della discendenza è giusta) che l'uomo si è svolto da vero *vertebrato*, che egli è nato da una medesima forma stipite comune ad esso ed agli altri vertebrati. Questa deduzione speciale si deve considerare come *completamente certa;* premessa naturalmente la giustezza della legge induttiva della teoria della discendenza. Nessun fautore di quest'ultima può elevare un dubbio contro quest'importante conclusione deduttiva. Noi possiamo inoltre entro al tipo dei vertebrati nominare una serie di differenti forme che possono essere considerate con sicurezza quali rappresentanti di diversi susseguenti stadii filogenetici evolutivi o come diversi membri della serie dei nostri antenati. D'altra parte poi possiamo con uguale certezza dimostrare che il tipo dei vertebrati si è sviluppato, come tutto, da un gruppo di forme inferiori di invertebrati; ed anche tra queste noi possiamo ugualmente con maggiore o minor chiarezza riconoscere una serie di membri della serie degli antenati.

Noi vogliamo tuttavia fin d'ora far notare espressamente che la sicurezza di queste diverse ipotesi della discendenza, le quali riposano puramente su speciali conclusioni deduttive, è tutt'altro che uguale. Alcune di queste conclusioni sono fin d'ora irremovibilmente sicure; altre invece sono molto dubbie; per molte altre dipenderà dalla quantità soggettiva delle conoscenze e dalla capacità logica del naturalista il grado di verosimiglianza che si vorrà attribuir loro. Ad ogni modo voi dovete sempre ben distinguere fra la certezza *assoluta* della *teoria* induttiva generale della discendenza e la certezza *relativa* delle *ipotesi* deduttive speciali della discendenza stessa. Certamente noi non possiamo mai stabilire la serie degli antenati di un organismo colla stessa certezza colla quale noi consideriamo la teoria della discendenza come l'unica spiegazione scientifica delle conformazioni organiche. Piuttosto la speciale ricognizione di tutte le forme stipiti sarà in ciascun caso più o meno imperfetta od ipotetica. Del resto ciò è ben naturale. Infatti tutti gli archivii della creazione sui quali noi ci appoggiamo sono in alto grado incompleti e saran sempre incompleti; appunto come nella glottologia comparata.

Incompleto al massimo grado è anzitutto il primo di tutti gli archivii, la *paleontologia*. Non sappiamo che tutti i fossili che ci son noti non costituiscono che una frazione impercettibilmente piccola della quantità di forme animali e vegetali che pur hanno vissuto. Per una specie estinta che ci è conservata allo stato fossile vi sono

probabilmente centinaia, forse migliaia di forme estinte che non ci han lasciato alcun vestigio della loro esistenza. Questa straordinaria e deplorevolissima incompiutezza degli archivii paleontologici della creazione, sulla quale non si potrà mai troppo insistere, è ben facilmente spiegabile. Essa è necessariamente determinata dalle condizioni nelle quali procede la fossilizzazione dei resti organici. In parte essa si spiega anche colla nostra imperfetta conoscenza di questo campo. Voi dovete pensare che la gran maggioranza di tutte le roccie stratificate che compongono le masse montuose della nostra scorza terrestre non ci sono ancora per nulla palesi. Dei numerosi fossili che sono nascosti nelle enormi catene montuose dell'Asia e dell'Africa non conosciamo ancora che piccoli saggi. Solo una parte dell'Europa e del Nord-America è un po' bene studiata. La somma totale dei fossili che esistono nelle nostre collezioni e che ci sono ben conosciuti non corrisponde certo ancora alla centesima parte dei fossili che sono realmente nascosti nella nostra scorza terrestre. Qui dunque noi possiamo aspettarci ancora per l'avvenire una ricca messe di importanti indicazioni. Ciò nondimeno il nostro archivio paleontologico della creazione (per ragioni che ho estesamente esposte nella XVI conferenza della mia *Storia della creazione naturale*) rimarrà sempre pieno di lacune.

Non meno incompleto è il secondo, importantissimo archivio della creazione, quello dell'*ontogenesi*. Per la filogenesi speciale esso è il più importante di tutti. Tuttavia anch'esso ha i suoi grandi difetti e ci lascia sovente in asso. Qui noi dobbiamo anzitutto fare esatta distinzione tra i fenomeni *palingenetici* ed i *cenogenetici*, fra l'originario « *sunto* dell'evoluzione » e l'ulteriore « *alterazione* dell'evoluzione ». Noi non dobbiamo mai dimenticare che le leggi dell'eredità abbreviata e dell'eredità alterata mascherano variamente il primitivo processo d'evoluzione fino a renderlo irriconoscibile. Solo in rari casi la ricapitolazione della filogenesi data dalla ontogenesi è abbastanza compiuta. Il più delle volte appunto i primi e più importanti stadii dell'embriologia sono fortemente abbreviati e contratti. Le forme embrionali giovanili si sono esse stesse variamente adattate a nuove condizioni e così si sono modificate. La lotta per la vita ha esercitato un influsso potentemente modificatore sulle diverse forme giovanili liberamente viventi e non ancora sviluppate tanto come sulle forme sviluppate e mature. Perciò sopratutto nella embriogenesi delle forme animali superiori la palingenesi viene naturalissimamente limitata dalla cenogenesi; qui per solito non abbiamo più davanti agli occhi che un'immagine affatto sbiadita e variamente alterata dell'originario modo di sviluppo dei loro antenati. È solo con molta cautela e critica che dalla loro embriologia noi possiamo trarre dirette conclusioni sulla loro filogenesi. Inoltre anche la stessa ontogenesi non è ancor sinora conosciuta perfettamente che per ben poche specie.

Infine anche l'importantissimo archivio dell'*anatomia comparata* è pur troppo molto incompleto, e ciò per la semplice ragione che tutte le specie animali le quali vivono presentemente non formano che una piccolissima frazione di tutta la massa di diverse forme animali le quali hanno vissuto dal principio della storia organica della terra sino all'epoca presente. Noi possiamo certamente calcolare a più di un milione di specie il numero complessivo di queste ultime. Il numero degli animali di cui l'anatomia comparata ha ormai già studiato esattamente la struttura è al paragone molto piccolo. Anche qui le più estese ricerche future ci paleseranno ancora tesori insperati.

Davanti a questa palese incompiutezza dei nostri più importanti archivii della creazione naturalmente dobbiamo guardarci bene dal dare nella filogenesi umana

troppo gran peso a singole forme animali che ci sien note e dal considerare con egual sicurezza come forme stipiti tutti i gradi di evoluzione che vengono considerati. Piuttosto nello stabilire ipoteticamente la serie dei nostri antenati noi avremo sempre da tener presente che le singole ipotetiche forme stipiti hanno, per ciò che riguarda la sicurezza della nostra determinazione, valori molto differenti fra di loro. Già dal poco che noi abbiamo osservato a proposito dell'ontogenesi sulle corrispondenti forme filogenetiche voi avrete ricavato che alcune forme embrionali possono essere considerate con tutta sicurezza come ripetizioni di corrispondenti forme-stipiti. Primo e più importante stato morfologico di tal sorta noi abbiamo riconosciuto essere l'*ovocellula* umana e la *citula* che per fecondazione ne nasce. Dal grave fatto che l'originario germe dell'uomo, come quello di tutti gli altri animali, è in principio una semplice cellula, si può trarre colla massima sicurezza la significantissima conclusione che ha esistito una forma stipite *unicellulare* dalla quale si sono sviluppati tutti gli altri animali pluricellulari compreso l'uomo. Una seconda importantissima forma embrionale che manifestamente ripete un'antichissima forma stipite è la vescica embrionale o *blastula*, quella semplice sfera cava la cui parete risulta da un unico strato cellulare, dal blastoderma. Un terzo stato morfologico estremamente importante dell'embriologia, il quale può essere sicurissimamente e direttamente riferito alla filogenesi è la *gastrula*. Quest'interessantissima forma larvale ci mostra già il corpo animale formato da due foglietti germinativi e già provvisto dell'organo primitivo fondamentale, dell'intestino. Poichè questo stesso stadio embrionale bifoliato col primitivo abbozzo dell'intestino è generalmente sparso in tutti i diversi tipi animali (colla sola eccezione degli animali unicellulari), noi possiamo concludere con certezza che essi ebbero una comune forma stipite che era conformata come la gastrula, cioè la *gastrea*. Non meno significative per la nostra filogenesi umana sono quelle sue importantissime forme ontogenetiche che noi abbiamo imparato a conoscere sotto i nomi di *celomula*, *cordula*, ecc., e che corrispondono a certi vermi, acranii, pesci, ecc. Per vero fra questi certissimi e preziosissimi punti saldi sui quali noi dovremo sempre ritornare esistono d'altra parte grandi e deplorevoli lacune nelle nostre conoscenze; queste però si spiegano sufficientemente colle ragioni già addotte, coll'incompiutezza della paleontologia, dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi.

Nei primi tentativi intrapresi nella mia *Morfologia generale* e *Storia della creazione naturale* per la ricostruzione della serie degli antenati umani io ho ordinate l'una presso l'altra dapprima 10, poi 25 forme animali che possono essere considerate con maggiore o minor sicurezza come antenati animali del genere umano, e che nella lunga serie d'evoluzione dall'organismo unicellulare infino all'uomo sono da considerarsi in certo modo come le più importanti sezioni principali dell'evoluzione (135). Di questi 20-25 stadii circa 9-10 appartengono all'antica divisione degli animali invertebrati, 15-16 alla più recente divisione dei vertebrati. Come queste 25 più importanti forme della nostra serie di antenati siano approssimativamente distribuite nelle cinque sezioni primarie della storia organica della terra ve lo mostrano le tabelle a pagg. 335 e 378. Secondo esse la metà all'incirca di quei 25 gradi evolutivi (cioè i 12 più antichi antenati) appartengono all'epoca archeolitica, a quella prima gran sezione della storia organica della terra che prende la parte *maggiore* di essa e durante la quale esistettero quasi esclusivamente organismi acquatici. Le rimanenti 13 forme stipiti spettano alle 4 rimanenti sezioni primarie, e cioè 6 all'epoca paleolitica, 3 alla mesolitica, 4 alla cenolitica. Nell'ultima, nell'epoca antropolitica, esiste già l'uomo.

Se noi ora intraprendiamo il difficile tentativo di studiare il processo filogenetico d'evoluzione di questi 25 gradi di antenati umani partendo dai primordii della vita e se noi ci peritiamo a sgombrare l'oscuro velo che copre i più antichi secreti della storia organica della terra, noi dobbiamo indubbiamente cercare la prima origine della vita fra quelle meravigliose creature che noi chiamiamo « *monere* »; esse sono i più semplici organismi che ci siano noti ed in pari tempo i più semplici che noi pure possiamo immaginare. Infatti tutto il loro corpo, in istato perfettamente sviluppato, non consiste in altro che in un piccolo frammento di amorfo *plasma* « succo primitivo » o *plasson*, quell'importantissima combinazione azotata di carbonio, la quale è ora generalmente tenuta come l'indispensabile substrato materiale di tutti i fenomeni attivi di vita. L'esperienza degli ultimi tre decennii ci ha con ognor crescente sicurezza condotti alla convinzione che dappertutto là dove un corpo naturale mostra gli attivi fenomeni vitali della nutrizione, della riproduzione, del movimento volontario e della sensibilità, sempre è in azione una *combinazione azotata del carbonio* del gruppo chimico degli albuminoidi, la quale costituisce il substrato materiale dal quale dipendono tutte queste attività vitali. Ora, sia che noi ci rappresentiamo in senso *monistico* la funzione come l'azione diretta del substrato materiale, sia che noi consideriamo in senso *dualistico* la forza e la materia come due cose separate, tanto rimane fermo che noi finora non abbiamo osservato alcun organismo vivente nel quale l'esercizio delle attività vitali non sia indissolubilmente legato alla presenza di un *corpo plasmatico*. Ma nelle monere, in quei più semplici organismi immaginabili, tutto il corpo stesso risulta da nient'altro che di *plasson*, corrispondente al muco primitivo (*Urschleim*) dell'antica filosofia naturale.

Si designa per solito il molle, mucoso plasson del corpo delle monere col nome di « *protoplasma* » identificandolo così colla sostanza cellulare delle comuni cellule animali e vegetali. Tuttavia, come ha chiaramente rilevato soprattutto Edoardo van Beneden nei suoi ottimi lavori sulle gregarine, noi dobbiamo, strettamente parlando, far distinzione fra il plasson dei citodi ed il protoplasma delle cellule. Questa distinzione ha per la storia dell'evoluzione un'importanza fondamentale. Come abbiamo già altrove osservato incidentalmente, noi dobbiamo ammettere due diversi gradi di sviluppo fra quegli organismi elementari che come *plastidi* o *plasmatrici* rappresentano l'individualità organica di prim'ordine. Il grado più antico e più basso sono i *citodi*, il cui intero corpo risulta unicamente da *una sola sorta* di sostanza albuminoide, da omogeneo *plasson* o materia formativa. Il grado più recente ed elevato sono le *cellule* nelle quali è già subentrato un differenziamento del primitivo plasson in *due sorta* di sostanze formative, nel *karyoplasma* dell'interna sostanza nucleare (*nucleus*) e nel *cytoplasma* dell'esterno corpo cellulare (*cytosoma*) (confrontare pagg. 83 e 109).

Le *monere* sono semplicissimi *citodi* permanenti. Tutto il loro corpo risulta unicamente da plasson molle ed amorfo. Se anche noi lo scrutiamo minutissimamente coll'aiuto dei nostri più sensibili reagenti chimici e dei nostri più penetranti strumenti ottici, non vi possiamo distinguere alcun elemento morfologico determinato, alcuna struttura. Perciò le monere sono, nel vero senso della parola, « organismi senza organi », anzi, in senso strettamente filosofico, non dovrebbero esser nemmeno più chiamati « organismi » per ciò appunto che esse non hanno organi. Esse possono solo essere ancor chiamate organismi in quanto che sono in grado di manifestare i fenomeni vitali organici della nutrizione e riproduzione, della sensibilità e del moto.

Se noi volessimo tentare, *a priori*, di costruire l'organismo più semplice che si possa immaginare noi dovremmo pur sempre ritornare ad una simile *monera.*

Ora, sebbene in tutte le *monere* il corpo risulti veramente solo da un simile frammento vivente di plasson, noi possiamo tuttavia fra le varie monere distinguere più generi e specie, e ciò secondo il diverso modo col quale questi corpicciuoli si muovono e si riproducono. Le più piccole di tutte le monere sono i famosi *batterii* (*Bacillus*, *Vibrio*, ecc.), i temuti generatori delle più pericolose malattie. Queste minutissime monere sferiche o bacillari si muovono roteandò (probabilmente per opera di un flagello vibrante) e si moltiplicano molto rapidamente. Nelle *lobomonere* invece (*Protamoeba*, fig. 231), l'informe corpo durante il suo movimento non fa che emettere pochi, brevi e ottusi prolungamenti, i quali sporgono a mo' di dita; mutano lentamente la loro forma e grandezza, ma però non si ramificano. Nelle *rizomonere* (*Protomyxa*, *Myxastrum*) dalla superficie del mobile corpicino si producono moltissimi processi lunghi e sottili, spesso filiformi, che si ramificano irregolarmente e si intrecciano e confondono a mo' di rete mediante le loro estremità liberamente mobili. All'interno di questa molle rete mucilaginea di plasson si producono costantemente lente correnti come nei veri rizopodi nucleati. Noi possiamo nutrire una di queste monere con una sostanza colorante finamente polverizzata (per es. carmino o polvere d'indaco) distribuendola nella goccia d'acqua, nella quale si trova la monera sotto al microscopio. Allora noi vediamo come i granuli di sostanza colorante dapprima rimangono aderenti alla superficie del corpo mucilagineo, come in seguito essi poco alla volta penetrano nel suo interno nel quale poi vengono spinti in giro in modo affatto irregolare. Le singole minutissime particelle o molecole del corpo della monera, che noi chiamiamo con una sola parola « *plastidule* » (136) o *micelle* si sospingono l'una l'altra, mutano la loro posizione reciproca e con ciò determinano anche una locomozione della particella ingerita di materia colorante. Questo spostamento dimostra nello stesso tempo in modo positivo che non v'ha qui qualche minuta struttura che per avventura ci sia nascosta. Si potrebbe infatti opporre che le monere non siano in realtà prive di struttura ma che posseggano un'organizzazione così minuta da essere per l'insufficienza delle nostre lenti impercettibile. Questa obbiezione non regge per la ragione che noi ad ogni momento, per mezzo di quegli esperimenti di nutrizione, possiamo verificare la penetrazione nelle diverse parti del corpo della monera di corpi estranei formati ed il loro spostamento affatto irregolare attraverso tutte le parti di esso. Inoltre noi vediamo chiaramente che le incostanti reti di fili che vengono formate dal ramificarsi dei filamenti protoplasmatici o dal fondersi dei rami confluenti mutano ad ogni istante la loro configurazione, appunto come avviene nei rizopodi e nelle reti di fili protoplasmatici all'interno delle cellule vegetali. Il plasson semifluido del corpo delle monere è dunque veramente omogeneo e privo di struttura, ogni parte è uguale all'altra. Ogni parte può accogliere nutrimento e digerirlo, ogni parte è irritabile e sensibile; ogni parte può muoversi indipendentemente; ogni parte infine è anche atta a riprodursi e rigenerarsi.

La riproduzione delle monere avviene sempre unicamente per via asessuale. Nella Protamoeba (fig. 231) ciascun individuo, dopo aver raggiunto per accrescimento una certa mole, si scinde semplicemente in due parti eguali. Nel mezzo del corpo si fa una costrizione, come nella divisione cellulare. Il ponte fra le due metà diventa più e più sottile (*B*) e finalmente si rompe pel mezzo (*C*). Nello stesso modo anche nei batterii si producono per scissione da un semplicissimo individuo due nuovi individui.

Altre monere, dopo di essere cresciute ad una certa mole, si contraggono in forma di sfera e secernono una membrana protettiva mucosa; all'interno di questo invoglio segue una disgregazione della sfera di plasson o in quattro parti uguali (*Vampyrella*) o in un gran numero di piccole sferule (*Protomonas, Protomyxa;* cfr. tav. I della 8ª ediz. della *Storia della creazione naturale*). Dopo qualche tempo queste sfericciuole cominciano a muoversi, fanno scoppiare coi loro movimenti l'invoglio ed escono fuori nuotando in giro mediante un lungo sottile processo filiforme. Anche queste « spore flagellate » sono interamente prive di struttura e di pari grandezza. Ogni pezzettino per semplice accrescimento trapassa nuovamente nella forma adulta.

La produzione e la significazione di questi viventi corpi di plasson senza struttura suscitano diverse questioni ed idee, soprattutto riguardo alla *generazione spontanea*. Che pel formarsi dei primi plastidi sulla nostra terra la generazione spontanea sia una ipotesi *necessaria* abbiamo già superiormente ricordato (pag. 340). Qui noi dobbiamo tanto più sostenerla in quanto noi abbiamo imparato a conoscere nelle monere quei semplicissimi organismi la cui formazione per generazione spontanea allo stato presente delle nostre cognizioni non presenta più in principio alcuna difficoltà. Infatti le *monere stanno in realtà affatto sul limite fra i corpi naturali organici e gli inorganici* (138).

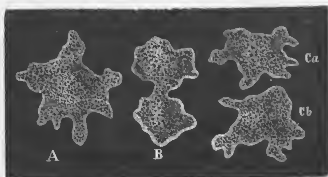


Fig. 231. — Una monera (*Protamoeba*) nell'atto della riproduzione.

A, L'intera monera che si muove mediante processi mutevoli a guisa delle comuni amebe; *B*, Essa si scinde mediante una strozzatura mediana in due metà; *C*, Ognuna delle due metà si è staccata dall'altra e rappresenta oramai un individuo autonomo (fortemente ingrandita).

Alla semplice forma citodale delle monere si rannoda dapprima, come secondo grado nell'albero genealogico dell'uomo (ed altresì di tutti i rimanenti animali), la *semplice cellula* e cioè quella più indifferente forma cellulare che anche oggidì mena quale ameba la sua vita solitaria e indipendente. Infatti il primo e più antico processo di differenziamento organico che colpì il corpo omogeneo e privo di struttura delle monere portò il differenziamento di esso in due diverse sostanze: in *caryoplasma* e *cytoplasma*. Il *carioplasma*, o la primaria « sostanza nucleare », è l'elemento interno più consistente e forma il *nucleo*, della cellula. Il *citoplasma* invece, o la primaria « sostanza cellulare », è l'elemento esterno più molle e forma il corpo della cellula o *cytosoma*. Per questo importantissimo processo di separazione, per differenziamento del plasson in nucleo e citosoma, nacque dal *citode* privo di struttura la *cellula* organica, dal plastide *senza nucleo* il plastide *nucleato*. Che le prime cellule che apparvero nel nostro globo terrestre si siano prodotte in tal modo per differenziamento dalle monere è un concetto che a noi, nello stato presente delle nostre cognizioni istologiche, appare interamente accettabile. Infatti noi possiamo anche oggidì osservare direttamente nell'ontogenesi de' varii protisti inferiori (p. es. delle gregarine) questo antichissimo processo di differenziamento istologico.

La *forma embrionale unicellulare* che ci è presentata dall'originaria ovocellula e più tardi dalla citula che da essa nasce in seguito alla fecondazione l'abbiamo già precedentemente considerata come la ripetizione di una corrispondente *forma stipite unicellulare* ed abbiamo attribuito a quest'ultima l'organizzazione di un'*ameba* (cfr. la VI Confer.). Infatti l'amorfa ameba, quale vive indipendentemente anche oggidì

largamente sparsa nelle acque dolci e salse del nostro globo si deve considerare come il più indifferente e più primitivo dei tanti protozoi unicellulari (fig. 232). Poichè ora le originarie ovocellule immature (come si trovano, quali *protova*, nell'ovario degli animali) non si possono affatto distinguere dalle comuni amebe, così noi dovremmo appunto considerare l'ameba come quella filogenetica forma unicellulare primitiva che anche oggidì viene ripetuta secondo la legge biogenetica fondamentale dallo stato primitivo ontogenetico della « ovocellula ameboide ». Come prova della evidente corrispondenza di queste due sorta di cellule fu allora accidentalmente notato che in molte spugne le vere uova furono dapprima descritte come amebe parassite (fig. 223). Si trovarono striscianti nell'interno delle spugne grandi organismi unicellulari foggiati come le amebe e furono tenuti per parassiti di quelle. Solo più tardi si scoprì che queste « amebe parassite » sono le vere uova delle spugne e che da esse si sviluppano i giovani individui di spugna. Di fatto però queste ovocellule delle spugne per la grandezza e l'habitus, per la natura del nucleo e la caratteristica forma di movimento dei pseudopodi costantemente mutevoli, sono così simili a molte comuni amebe che senza conoscere la loro origine non se ne possono affatto distinguere.



Fig. 232.
Un'ameba strisciante (fortem. ingrand.)

L'intero organismo ha il valore morfologico di una semplice cellula nuda e si aggira mediante i prolungamenti mutevoli che son prodotti e poi di nuovo ritirati dal suo corpo protoplasmatico. Nell'interno il chiaro e tondeggiante nucleo.

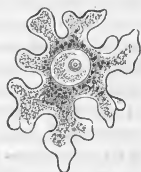


Fig. 233. — Ovo-cellula di una calcispongia (*Calcolynthus*).
L'ovo-cellula si aggira strisciando nel corpo delle spugne estendendo processi proteiformi come un'ameba comune.

Il nostro modo di interpretare la filogenesi dell'ovocellula riconducendola all'antichissima forma stipite dell'ameba ci conduce in pari tempo alla soluzione definitiva dell'antico indovinello : se sia esistito prima l'uovo o la gallina. A questo enigma da sfinge, col quale spesso i nostri avversarii credono mettere la teoria dell'evoluzione colle spalle al muro, noi possiamo ora rispondere semplicemente: l'*uovo esistette molto prima della gallina*. Certamente l'uovo non esisteva in origine come *uovo di uccello*, ma come indifferente cellula ameboide di semplicissima struttura. L'uovo per migliaia d'anni visse indipendentemente da sè come organismo unicellulare semplicissimo, come ameba. Solo dopo che la discendenza di questo protozoo unicellulare si sviluppò in forme animali pluricellulari e dopo che queste si furono sessualmente differenziate, solo allora dalla cellula ameboide nacque l'uovo nel moderno senso etimologico della parola. Anche allora l'uovo fu dapprima uovo di gastrea, poi uovo di platode, poi uovo di elminto o di cordario, più tardi uovo di acranio, quindi uovo di pesce, uovo di anfibio, uovo di rettile ed in ultimo uovo d'uccello. *Dunque il moderno uovo d'uccello, quale le nostre galline quotidianamente ce lo depongono, è un prodotto storico complicatissimo, il risultato di innumeri processi d'eredità che si compirono nel corso di molti milioni d'anni* (139).

Come fenomeno specialmente importante abbiamo già precedentemente rilevato che l'originaria forma d'uovo, quale essa si mostra dapprincipio nell'ovario dei diversi animali, è dappertutto la stessa, una cellula indifferente di natura ameboide semplicissima, di aspetto indeterminato e mutabile. Non si è in grado, in questo primo, più antico stato giovanile, immediatamente dopo che l'ovocellula individuale è nata per

scissione di cellule ovariche materne, di scoprire una qualche differenza essenziale fra di esse nei più varii animali (cfr. fig. 12, pag. 87). Solo più tardi, dopochè le primitive ovocellule o *protova* hanno assorbito vario vitello nutritivo, si sono avvolte in membrane di varia foggia e si sono più oltre trasformate, solo quando esse in tal modo si sono trasformate in *metova* od ova secondarie è spesso possibile nelle diverse classi animali il distinguerle. Però queste particolarità delle *metova* sviluppate, cioè delle ova mature e atte ad essere fecondate, non sono naturalmente che acquisizioni secondarie, sôrte per adattamento alle diverse condizioni d'esistenza dell'uovo stesso e dell'animale che lo forma.

Le due prime e più antiche forme di antenati del genere umano le quali sinora abbiamo considerato, la *monera* e l'*ameba* sono (morfologicamente considerate) semplici organismi od individui di *primo* ordine: *plastidi*. Tutti gli stadii susseguenti di

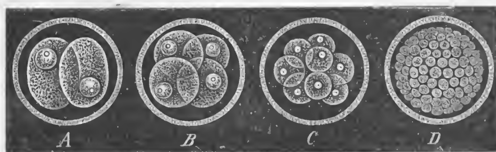


Fig. 234.
Segmentazione primitiva o primordiale.



Fig. 235. — Germe moriforme o morula.

Nella fig. 234 la cellula stipite o citula che è nata per effetto della fecondazione dell'ovo-cellula si scinde per ripetuta divisione regolare prima in due cellule (*A*), poi in quattro (*B*), quindi in otto (*C*) ed infine in numerose cellule di segmentazione (*D*).

questa serie di antenati sono invece organismi composti cioè individui di ordine *superiore:* una società di più cellule. I più antichi di questi che noi introduciamo come terzo grado nella nostra genealogia sotto il nome di *moreadi* o *sinamebii* sono puramente semplici società di cellule omogenee ed indifferenti: *comunità di amebe.* Per accertarci della natura ed origine di queste colonie di amebe o *cenobii* noi non abbiamo che a seguire passo per passo i primi prodotti ontogenetici della citula. In tutti i metazoi il principio dell'embrionamento viene avviato dalla ripetuta divisione della citula o « prima cellula di segmentazione (fig. 234). Quando noi più sopra abbiamo studiato diffusamente questo importante processo della cosidetta « solcatura » ci siamo convinti che tutte le diverse forme di esso si possono derivare da una sola, dalla segmentazione totale o primordiale (cfr. Conferenza VIII, pag. 120). Nell'albero genealogico dei vertebrati questa forma *palingenetica* di segmentazione non si è conservata sino ai nostri giorni che nel solo *Amphioxus*, mentre tutti i rimanenti vertebrati hanno assunto forme alterate *cenogenetiche* di segmentazione (cfr. la tabella III, pag. 128). In ogni modo queste ultime non sono nate che più tardi dalle prime, e perciò la segmentazione dell'*Amphioxus* ha per noi il massimo interesse (fig. 211, pag. 307). Il risultato della ripetuta scissione cellulare è originariamente la formazione di un cumulo sferico di cellule che è meramente composto di cellule omogenee, indifferenti, di semplicissima natura (fig. 235). Per la rassomiglianza che offre questa massa cellulare, raccolta a sfera, con una mora noi l'abbiamo chiamata *morula.*

Manifestamente questa morula ci porta ancor oggidì davanti agli occhi quello stesso stato primitivo semplicissimo di corpo animale pluricellulare, che si svolse

dapprima dalla forma unicellulare di protozoo ameboide nei primi tempi del periodo laurenziano. La *morula* ripete secondo la legge biogenetica fondamentale la forma atavica del *sinamebio* o della *morea.* Infatti le prime comunità di cellule che si formarono allora e che posarono le prime fondamenta del corpo animale superiore multicellulare, dovranno essere state costituite unicamente da cellule ameboidi omogenee e semplicissime. Le più antiche amebe vissero isolate come solitarie ed anche le cellule ameboidi che nacquero per divisione da questi organismi unicellulari devono ancora per lungo tempo aver vissuto isolatamente per proprio conto ed essere rimaste solitarie. Poco alla volta però a lato di questi protozoi eremiti, sorsero piccole comunità di amebe pel fatto che le cellule consorelle nate per scissione rimasero unite. I vantaggi che presentavano nella lotta per la vita queste prime società cellulari di fronte alle cellule solitarie viventi nell'isolamento avranno favorito la loro formazione e le avranno spinte ad un ulteriore sviluppo. Simili colonie cellulari indipendenti od orde cellulari che noi chiamiamo in generale *cenobii,* vivono anche oggidì molto sparse nel mare e nelle acque dolci. Esse si trovano in diversi gruppi tanto di *protofiti* quanto di *protozoi.* A questi ultimi appartengono per es. i cenobii di *Cystophrys*, *Microgromia,* i policittari (*Collozoum*, *Sphaerozoum*, *Collosphaera*, ecc.). Per solito i plastidi del cenobio sono collegati da materia gelatinosa.

Ora per estendere la nostra conoscenza a quegli antenati del genere umano che primi si svolsero filogeneticamente dai moreadi, noi non abbiamo che a seguire ancora qualche passo più oltre la trasformazione ontogenetica della *morula.* Allora noi vediamo dapprima che le cellule sociali dello sferico cenobio secernono nell'interno della sfera della gelatina od un umore acquoso; esse stesse vengono alla superficie di quella (fig. 236 *F*, *G*). Così la massiccia morula si trasforma in una semplice sfera cava la cui parete viene formata da un solo strato di cellule. Questo strato cellulare noi l'abbiamo chiamato *blastoderma* e la sfera cava *blastula* o *blastosfera.*

Anche l'interessante forma embrionale della *blastula* è di fondamentale importanza. Infatti la trasformazione della morula nella blastula avviene primitivamente nella stessa guisa in numerosi animali dei tipi più diversi, così per es. in molti zoofiti o vermi, nelle ascidie, in molti echinodermi e molluschi, ed anche nell'*Amphioxus.* Ma in quegli animali nella cui ontogenesi manca la blastula propria, palingenetica, questa mancanza evidentemente non dipende che da cause cenogenetiche, dallo svilupparsi di un vitello di nutrizione e da altre condizioni di adattamento embrionale. Noi dobbiamo dunque ammettere che l'ontogenetica blastula è la ripetizione di un'antichissima forma filogenetica di antenati e che tutti quanti i metazoi hanno tratta la loro origine da una forma stipite comune, la quale essenzialmente era foggiata come quella blastula. In molti animali inferiori lo sviluppo della blastula non avviene all'interno degli invogli dell'uovo ma al difuori di quelli, liberamente nell'acqua. Allora ciascuna cellula del blastoderma comincia presto ad emettere uno o più prolungamenti protoplasmatici mobili, simili a peli; queste ciglia vibratili o questi flagelli movendosi con moto ondulatorio nell'acqua spingono a nuoto l'intero corpo (fig. 236, *F*).

Ancora presentemente vivono in mare come nelle acque dolci diversi generi di primitivi organismi pluricellulari, i quali essenzialmente sono formati come la blastula e possono in certo modo essere considerati come *forme blastulari persistenti*, vesciche cave la cui parete non viene formata che da un unico strato di cellule ciliate omogenee. Simili *blasteadi* si trovano nella eteroclita compagnia dei flagellati, specialmente dei volvocini (per es. *Synura*, *Volvox*). Un'altra forma molto interessante

l'ho scoperta nel settembre 1869 all'isola Gis-Oe sulle coste della Norvegia e l'ho chiamata *Magosphaera planula* (fig. 237, 238). Il corpo completamente sviluppato di essa costituisce una vescica sferica la cui parete è composta da 32-64 cellule ciliate omogenee e che nuotano liberamente per l'acqua. Raggiunta la maturità sessuale la società si scioglie. Ciascuna singola cellula vive ancora per un certo tempo da sè,

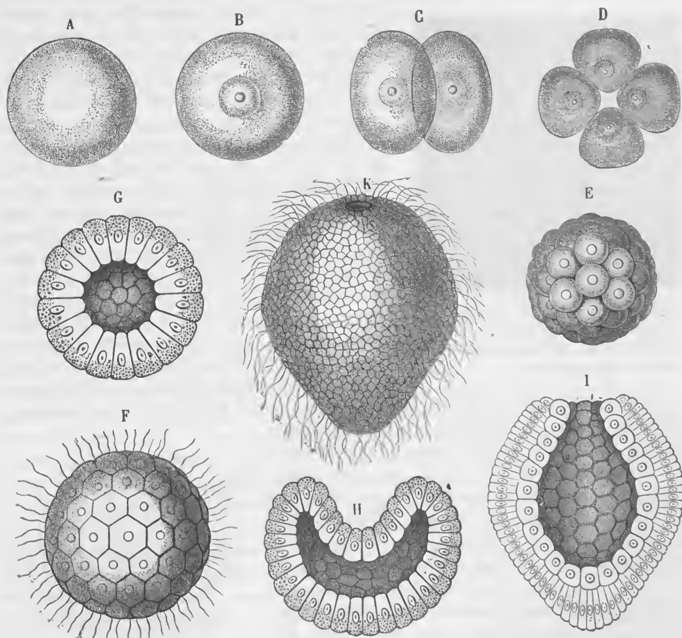


Fig. 236. — Gastrulazione di un corallo (*Monoxenia Darwinii*).

A, *B*, Citula o cellula-uovo fecondata. Il neoformato nucleo-stipite in *A* non è ancor visibile, in *B* è evidente; *C*, Due cellule di segmentazione; *D*, Quattro cellule di segmentazione; *E*, Germe moriforme (*morula*); *F*, Germe vescicolare (*blastula*); *G*, Blastula in sezione; *H*, Blastula invaginata in sezione longitudinale (*depula*); *I*, Gastrula in sezione longitudinale; *K*, Gastrula o germe caliciforme, vista dall'esterno.

cresce e si trasforma in un'ameba strisciante. Più tardi questa si raduna a sfera e si incapsula secernendo una membrana priva di struttura. Ormai la cellula ha tutto l'aspetto di un comune uovo animale. Dopochè essa è rimasta per qualche tempo in tale stato di riposo la cellula si scinde per ripetuta divisione prima in 2 poi in 4, 8, 16, 32, 64 cellule. Queste si dispongono di nuovo a vescica sferica, emettono ciglia vibratili, fanno scoppiare la capsula e vanno nuotando in quella stessa forma di magosfera dalla quale noi siamo partiti. Con ciò è compiuto l'intero ciclo vitale di questo notevole protozoo (141).

Se noi ora paragoniamo queste blastosfere permanenti colle larve ciliate e liberamente natanti che hanno una eguale costituzione, cioè collo stadio di blastula di molti animali inferiori, noi ne dovremo indurre con sicurezza l'antica esistenza di uno stipite primordiale comune da gran tempo estinto. Questo lo chiameremo *blastaea*. L'intero suo corpo risultava in istato completamente sviluppato da una semplice sfera cava, piena di liquido o di gelatina senza struttura, la cui parete era formata da un solo strato di cellule omogenee coperte di ciglia vibratili. Certamente avranno esistito una volta molti diversi generi e specie di tali blasteadi o *sfere ciliate* ed avranno formato una classe speciale di protisti.

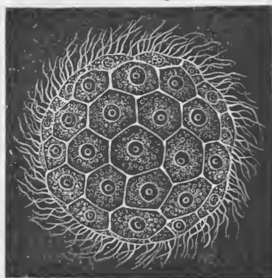


Fig. 237. — La ciliosfera norvegese (*Magosphaera planula*) aggirantesi a nuoto per mezzo del suo rivestimento ciliare, vista dalla superficie.

Come prova notevole del genio col quale Carlo Ernesto di Baer era penetrato nei più profondi secreti della storia dello sviluppo animale, voglio qui osservare in via incidentale, che egli fin dall'anno 1828 (dieci anni prima della fondazione della teoria cellulare!) aveva già presentita l'alta importanza della blastosfera rilevandola in modo affatto profetico nella sua classica *Storia dello sviluppo degli animali* (vol. I, pag. 223). Il luogo accennato suona così: « Quanto più noi risaliamo lo sviluppo, tanto più noi troviamo anche nei più diversi animali una concordanza. Da ciò noi siamo condotti alla domanda: se al principio dello sviluppo tutti gli animali non siano essenzialmente eguali e se non esista una forma primitiva comune a tutti? — Poichè l'embrione è l'animale stesso non ancora sviluppato, così si può non senza fondamento affermare che la *semplice forma vescicolare è la forma fondamentale comune dalla quale tutti gli animali non solo idealmente ma storicamente si sviluppano* ». Quest'ultima proposizione ha un significato non solo *ontogenetico* ma anche *filogenetico* ed è tanto più rimarchevole in quanto che allora la blastula dei più diversi animali come pure il fatto dell'essere composta la sua parete da un solo strato di cellule non si conoscevano ancora per nulla. E tuttavia il Baer, a malgrado dell'insufficientissimo fondamento empirico, osò emettere l'ardita proposizione: « Al loro primo apparire gli animali sono forse tutti semplici *sfere cave* ».

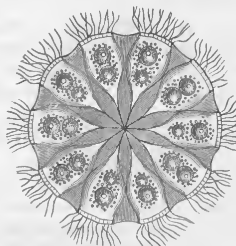


Fig. 238. — La ciliosfera norvegese in sezione.

Si vede come le cellule pisiformi sono collegate al centro della sfera per mezzo di un processo filiforme. Ciascuna cellula racchiude oltre al nucleo una vescica contrattile.

Molto interessante è il fatto che anche nel regno vegetale la *sfera cava* appare nello stesso modo come forma primitiva elementare dell'organismo pluricellulare. Tanto alla superficie del mare quanto sotto ad essa (sino a 2000 metri di profondità) si trovano natanti delle sfere verdi la cui parete è composta da un unico strato di cellule contenenti clorofilla. Il botanico Schmitz le ha descritte nel 1879 col nome *Halosphaera viridis* ed ha constatato come esse si riproducano per spore erranti che nascono dal quadripartirsi

di quelle cellule. Una seconda specie (*Halosphaera blastula*) che raggiunge il diametro di 1 mm. fu da me descritta nei miei *Plankton-Studien.*

All'antichissima forma atavica della blastea si rannoda ora come quinto grado della nostra genealogia la *gastraea* che prima deriva da quella. Come già sapete appunto questa forma atavica ha un'*importanza filosofica affatto eminente.* L'antica esistenza di essa è dimostrata con certezza dall'importantissima *gastrula* che noi incontriamo come stato embrionale transitorio nell'ontogenesi di tutti i metazoi (fig. 236, *J*, *K*). Come vi ricordate, la forma primitiva, palingenetica, della gastrula, è un corpo sferico od ovale, uniasse, la cui semplice cavità (intestino primitivo) ad un polo dell'asse è munita di un'apertura (prostoma). La parete dell'intestino risulta di due strati cellulari i quali non sono altro che i due foglietti germinativi primarii: l'animale *foglietto cutaneo* (esoderma) ed il vegetale *foglietto intestinale* (entoderma).

Sulla derivazione filogenetica della gastrea dalla blastea ci dà ancora oggidì sicura notizia la derivazione ontogenetica della gastrula dalla blastula. Ad un lato della sferica blastula si forma un infossamento (fig. 236, *H*). In ultimo questa introflessione va così oltre che la parte esterna invaginata del blastoderma si applica strettamente contro la parte interna non invaginata di essa (fig. 236, *J*). Se noi ora in base a questo processo ontogenetico vogliamo spiegarci l'origine filogenetica della gastrea, possiamo ammettere che la società cellulare, ad un solo strato, della sferica blastea, incominciò ad accogliere prevalentemente il nutrimento da un dato sito della sua superficie. In questo sito di nutrizione della superficie della sfera si formò poco alla volta per scelta naturale un infossamento. L'incavo dapprima leggero divenne col tempo sempre più profondo. Presto la funzione vegetativa della nutrizione, la presa dell'alimento e la digestione, divenne esclusivamente limitata alle cellule che tappezzavano questa fossetta, mentre le rimanenti cellule assunsero le funzioni animali della locomozione, sensazione e della protezione. Così ebbe origine la prima divisione di lavoro fra le cellule primitivamente omogenee della blastea.

Questo più antico fra i differenziamenti istologici non ebbe dunque dapprima altra conseguenza se non la distinzione di due diverse specie di cellule: internamente, nella fossa, le cellule nutritive, esternamente, alla superficie, le cellule locomotrici. Con ciò però era già dato il *differenziamento dei due foglietti germinativi primari;* processo questo della massima importanza. Se noi pensiamo che anche il corpo dell'uomo con tutte le sue differenti parti e così pure il corpo di tutti gli altri animali superiori si costruisce originariamente da quei due semplici foglietti germinativi primarii, noi non potremo mai soverchiamente stimare l'importanza filogenetica di quella *gastrulazione.* Infatti col semplice *intestino primitivo* o cavità progastrica della gastrula e la sua semplice apertura boccale il « *prostoma* » è già acquistato il primo vero *organo* del corpo animale in senso morfologico; tutti gli altri organi sono nati in seguito da quello. L'intero corpo della gastrula è propriamente nient'altro che un « intestino primitivo ». Che le forme embrionali bifoliate di tutti i metazoi si possano ricondurre ad una simile *gastrula* tipica l'abbiamo già dimostrato (nelle conferenze VIII e IX). Questa constatazione importantissima ci autorizza secondo la legge biogenetica fondamentale alla conclusione che anche le diverse forme dei loro antenati si sono sviluppate filogeneticamente dalla stessa *forma stipite.* Questo notevolissimo e antichissimo stipite è appunto la *gastrea.*

La gastrea ha, probabilmente già durante il periodo laurenziano, vissuto in mare roteando liberamente per l'acqua mediante il suo esterno rivestimento ciliare come

fanno ancora oggidì le gastrule mobili e ciliate. Verosimilmente la gastrea antichissima ed estinta omai da milioni d'anni, non deve aver differito dalla gastrula ancor oggi vivente se non in un punto essenziale. Per ragioni anatomico-comparative ed ontogenetiche, noi dobbiamo ammettere che la gastrea si riproducesse già sessualmente e non solo in via asessuale (per scissione, gemmazione o sporulazione) come era probabilmente il caso per le precedenti forme di antenati. Verosimilmente alcune cellule dei foglietti germinativi primari divennero ovocellule ed altre cellule spermatiche fecondatrici. Noi appoggiamo quest'ipotesi su ciò che la stessa forma semplicissima di riproduzione sessuale, la troviamo ancora oggidì negli infimi zoofiti, specialmente nelle spugne.

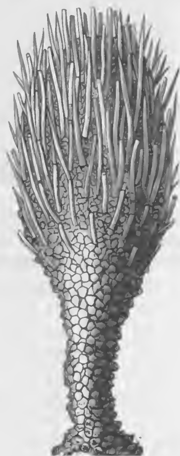


Fig. 239.

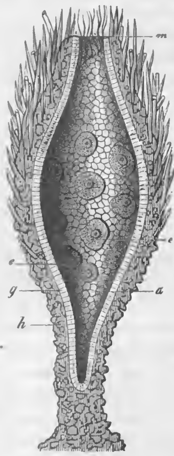


Fig. 240.

Prophysema primordiale, forma di gastreade tuttora vivente.

Fig. 239. L'intero animale fusiforme visto dall'esterno (fissato inferiormente ad alghe). — Fig. 240. Lo stesso in sezione longitudinale. L'intestino primitivo (*d*) si apre superiormente mediante la bocca primitiva (*m*). Fra le cellule flagellate (*g*) giaciono uova ameboidi (*e*). Il foglietto cutaneo (*h*) è incrostato inferiormente di granuli di sabbia, superiormente di spicule di spugna.

Specialissimo interesse per questo lato della nostra teoria della gastrea ha il fatto che ancora oggidì vivono dei gastreadi, cioè dei metazoi inferiori la cui semplice organizzazione non si eleva che di poco al disopra di quella dell'ipotetica gastrea; così le più semplici *spugne* (*Olynthus*), gli infimi *cnidari* (idra d'acqua dolce) ed i *fisemari*. A questi ultimi io riferisco due piccole forme animali fin qui poco studiate, che fra tutti gli animali ancor oggi viventi sono i più vicini alla vetustissima gastrea, e che noi possiamo addirittura chiamare « *gastreadi del presente* » (142). Uno di questi animali (*Prophysema*, figg. 239, 240), è stato descritto dal Bowerbank come una spugna (*Haliphysema*), l'altro (*Gastrophysema*) fu descritto dal Carter come un rizopodo (*Squamulina*). L'intero corpo maturo dell'individuo sviluppato è rappresentato nel *Prophysema* da un semplice sacco cilindrico od ovale la cui parete risulta

da due strati di cellule. La cavità del sacco è la cavità gastrica, e l'apertura superiore di esso è l'apertura boccale (fig. 240, *M*). I due strati cellulari che formano la parete del sacco sono i due foglietti germinativi primarii. Questi semplicissimi zoofiti si distinguono dalla gastrula natante sopratutto per ciò che essi per un polo (opposto all'apertura boccale) sono fissi al fondo marino. Inoltre le cellule del foglietto cutaneo sono fuse le une colle altre e quest'ultima ha accolto come sostegno per la parete del corpo una quantità di corpi estranei: spicule di spugna, granelli di sabbia e simili (fig. 239). Per contro il foglietto intestinale non risulta che da uno strato di cellule vibratili (fig. 240, *D*). Ora quando questi fisemari giungono a maturità sessuale alcune delle loro cellule entodermiche divengono ovocellule femminee, altre cellule

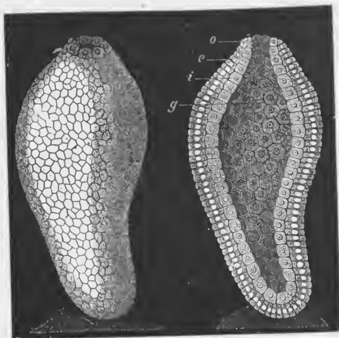


Fig. 241. Fig. 242.

Ascula di un celenterio. (Fig. 241 dall'esterno, 242 in sezione longitudinale).

g) Intestino primitivo; *o*) Bocca primitiva; *i*) Foglietto intestinale; *e*) Foglietto cutaneo (Schema).

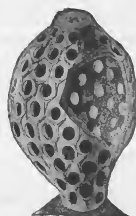


Fig. 243.
Olynthus, spugna semplicissima. Un pezzo sul davanti è tagliato via.

spermatiche maschili; la fecondazione delle prime per opera delle seconde ha luogo direttamente nella cavità gastrica. Dall'uovo fecondato si sviluppa (appunto come nella *Monoxenia*, fig. 236) una vera gastrula palingenetica. Questa va nuotando per alcun tempo in mare, poi si fissa nuovamente ed oramai è simile a quella semplice forma giovanile, presentantesi anche nel ciclo evolutivo di molti altri zoofiti, la quale viene chiamata *Ascula* (figg. 241 e 242). Coll'ammissione di corpi estranei nell'entoderma essa diviene il *Prophysema*.

In modo affatto simile a questi fisemari sono anche organizzate le più semplici spugne o *spongie* (*Olynthus*, fig. 243). La sola differenza essenziale fra loro sta in ciò che la sottile parete bistratificata del corpo in queste ultime è traforata da numerosi pori. Quando questi sono chiusi esse rassomigliano ai primi. Forse persino i gastreadi che furono descritti come fisemari non sono altro che olinti coi pori cutanei chiusi. Gli *ammoconidi* cioè le semplici, sacciformi, spugne arenacee del mar profondo (*Ammolynthus*, ecc.), quando hanno i fori chiusi non si possono affatto distinguere da quei gastreadi.

Anche la più semplice ed infima forma dei cnidari è ancora al tutto vicina a quei gastreadi. Nell'interessantissimo comune *polipo d'acqua dolce* (*Hydra*), l'intero corpo non è pure altro che un semplice sacco ovale con parete a due strati; solamente l'apertura boccale è qui già circondata da una corona di tentacoli. Prima che questa si sviluppi l'idra è parimente un'ascula (figg. 241 e 242). Più tardi avvengono nell'esoderma di essa piccoli differenziamenti istologici, mentre l'entoderma continua ad essere un semplice strato cellulare. In tutti questi semplicissimi celenterii, le due sorta di cellule sessuali — ovocellule e cellule spermatiche — vengono preparate da uno stesso individuo; probabilmente anche i più antichi gastreadi saranno stati *ermafroditi*. Infatti risulta dall'anatomia comparata che l'*ermafrodismo*, cioè la riunione delle due sorta di cellule sessuali su un solo individuo, è lo stato più antico e primitivo del differenziamento sessuale; solo più tardi nacque la separazione dei sessi (*gonocorismo*). La formazione nei *gonidii* o cellule sessuali avrà certo preso le mosse in origine dal margine prostomale dei gastreadi.



VENTESIMA CONFERENZA

I nostri antenati elminti.

« Un esempio lampante di comparazione senza critica e perciò antiscientifica ce l'offre il noto paragone della cosidetta catena ventrale degli invertebrati col midollo spinale dei vertebrati. Questo paragone non tien conto delle più importanti istanze considerando come sole probanti cose affatto generali e, nel caso speciale, senza valore. Una tale comparazione antiscientifica erra in un labirinto nel quale al primo errore solo errori nuovi si collegano. Come da un lato la mancanza di critica passa sopra ad importanti fatti, così dall'altro essa porta in campo cose indifferenti ».

Carlo Gegenbaur (1876).

Genealogia dei metazoi invertebrati. — Origine separata dei vertebrati ed artropodi. — Ipotesi dei cordonii ed ipotesi degli annelidi. Antenati platodi e turbellari. — Antenati elminti: gastrotrichi, nemertini, enteropneusti. — Origine dei cordonii.

Contenuto della ventesima Conferenza.

Sviluppo della cordea dalla gastrea. — Origine polifiletica degli animali articolati dagli inarticolati. — Completa differenza della vertebrazione dei vertebrati dall'articolazione degli articolati. — Insostenibilità dell'ipotesi degli annelidi (discendenza di vertebrati dagli articolati). — Motivazione dell'ipotesi dei cordonii (discendenza dei vertebrati e tunicati da procordonii simili alla cordula). — Più antichi antenati dei cordonii dai gruppi dei celenterii ed elminti. — Gastreadi uniassi e triassi. — Forma fondamentale bilaterale di questi ultimi. — Antenati platodi: turbellari. — Migrazione ventrale della loro bocca. – Intestino primitivo. — Gonadi. — Reni primitivi. — Cervello primitivo. — Antenati platodi bilaterali e radiali. — Antenati elminti (vermi inarticolati). — Gastrotrichi (Ictidini) con formazione di ano. — Nemertini con vasi sanguigni e sangue. — Enteropneusti (*Balanoglossus*) con intestino branchiale, fessure branchiali e solco faringeo. — Loro affinità coi cordonii.

Bibliografia.

Ernst Haeckel, *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, 1868 (pagg. 409, 439, 504), 8ª ediz., 1889 (pagg. 601, 700, 712). Trad. ital. *Storia della creazione naturale;* Torino, Unione Tip.-Editrice.

Carl Gegenbaur, *Grundzüge der vergleichenden Anatomie*, 1870, 2ª ediz. (pagg. 191, 224, 526).

Ludwig Graff, *Monographie der Turbellarien*, 1382. I. *Rabdocoelida.*

Arnold Lang, *Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel*, 1884.

Carl Zelinka, *Monographie der Gastrotrichen*, 1890 (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, vol. XLIX).

W. Hubrechts, *The relation of the Nemertea to the Vertebrata*, 1887.

William Bateson, I. *On the Morphology of the Enteropneusta;* II. *The Ancestry of the Chordata*, 1889. *Studies M. L.*, vol. III.

C. Kuppfer, *Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren*, 1880 (*Arch. f. mikr. Anat.*, vol. VI).

Eduard van Beneden et Charles Julin, *Recherches sur la Morphologie des Tuniciers.*

XX.

Signori!

Colla nostra teoria della gastrea noi abbiamo acquistato la ferma convinzione che tutti i metazoi od animali unicellulari possono venir ricondotti ad una *forma stipite* comune, alla *gastrea*. La sicura prova, secondo la legge biogenetica fondamentale, ce la dà il fatto che gli embrioni a due foglietti di tutti i metazoi sono stati ricondotti ad una comune *forma embrionale* primitiva, alla *gastrula*. Come tutte le innumerevoli e svariatissime specie dei metazoi si svolgono realmente in via ontogenetica dalla semplice forma embrionale della *gastrula*, così essi si devono derivare *in via filogenetica* dal comune stipite della *gastrea*. Coll'aver riconosciuto chiaramente questo fatto come pure quell'altro già stabilito dello sviluppo della gastrea dalla sfera cava dell'unifoliata *blastea* e di questa dall'originario stipite cellulare noi abbiamo acquistato il saldo, irremovibile fondamento delle nostre investigazioni filogenetiche. La chiara via dalla citula fino alla gastrula, la storia della *gastrulazione* designa in pari tempo la prima sezione della nostra filogenesi umana (VIII, IX e XIX conferenza).

Molto più difficile ed oscura è la seconda sezione di essa la quale ci conduce dalla *gastrea* ai *procordonii*. Sotto questo nome noi intendiamo quegli antichissimi metazoi estinti da gran tempo la cui passata esistenza ci è chiaramente dimostrata dalla importantissima *forma embrionale della cordula* (cfr. figg. 80-83, pagg. 168 e 169). Questa cordula, cioè l'embrione primitivo dei cordoni, è un corpo bilaterale di forma semplicissima, inarticolata; nell'asse longitudinale del corpo giace come scheletro assile una semplicissima corda fra il tubo nerveo dorsale ed il tubo digerente ventrale; ai due lati di questo organo centrale impari giace un paio di semplici tasche celomiche, originariamente tasche sessuali, che si sviluppano partendo dal prostoma. Fra tutti gli animali viventi i più vicini a quest'importante forma embrionale sono gli infimi tunicati, i *copelati* (*Appendicaria*) e le larve delle ascidie. Poichè tanto gli inarticolati tunicati quanto i segmentali vertebrati si sviluppano ontogeneticamente dalla stessa forma comune della cordula è permesso concludere che ha anche esistito pei due tipi una corrispondente forma stipite comune; questa noi chiameremo *chordaea*, designando il corrispondente gruppo stipite col nome di *prochordonia*. Da quest'importantissimo gruppo stipite degli inarticolati procordonii (o cordati primitivi) si sono svolti divergentemente i due tipi dei tunicati e dei vertebrati. In qual modo, allo stato presente delle nostre conoscenze morfologiche, noi possiamo rappresentarci e stabilire questa origine del genere umano lo vedremo in seguito.

Ora volgiamoci prima alla risposta da darsi alla questione tanto difficile e discussa del modo in cui la cordea si è svolta dalla gastrea; o con altre parole alla domanda: « per qual via e attraverso a quali passaggi sono nati dai semplicissimi metazoi bifoliati quei caratteristici animali simili alla cordula che noi consideriamo come stipiti comuni

di tutti i cordonii, tanto tunicati che vertebrati? ». Prima di rispondere a questa grave questione, che è una delle più oscure di tutta l'antropogenia, sarà conveniente stabilire alcune proposizioni fondamentali che ci dovranno servire di guida. Come tali io considero le seguenti quattro tesi:

I. *Tutti gli animali segmentati si sono svolti originariamente da animali non segmentati*, o con altre parole: Tutti gli animali il cui corpo risulta di una serie di somiti o metameri (vertebrati, articolati, cestodi) si sono svolti primitivamente da metazoi inferiori e più semplici il cui intero corpo ha il valore morfologico di un solo di tali somiti o metameri. Per certo questa proposizione non è oramai più contestata da verun zoologo; essa vale in modo tanto generale per l'ontogenesi quanto per la filogenesi.

II. *La metameria dei metazoi è un processo polifiletico;* la segmentazione, cioè la ripetizione di equivalenti parti individuali del corpo (somiti) nell'asse longitudinale dell'animale si è nel corso della storia organica della terra prodotto più volte indipendentemente. Come tali segmentazioni indipendenti prodottesi entro singoli gruppi sono da considerare: 1° la vertebrazione dei vertebrati; 2° l'articolazione degli articolati; 3° l'annulazione degli echinodermi; 4° la strobilazione dei cestodi; 5° la strobilazione dei scifostomi (nutrici delle meduse acraspede); 6° la segmentazione dei fusti delle fanerogame. Tutti questi processi di segmentazione appaiono in forma simile ed hanno simili risultati, cioè la moltiplicazione di parti individuali del corpo (somiti o metameri) ed il loro ordinarsi in serie nell'asse longitudinale del corpo; ma tanto i loro processi morfologici quanto le loro cause fisiologiche sono in fondo molto differenti e l'« omologia generale » di quei somiti o metameri, la loro *omodinamia*, ha significato affatto diverso.

III. *La segmentazione dei vertebrati compare dapprima nella cordula*, in quella significantissima forma embrionale che ha già un tubo nerveo dorsale, un tubo intestinale ventrale e fra essi una corda assile, *tre organi fondamentali non segmentati*, che hanno la massima importanza (figg. 80-83, pag. 232). Ora poichè quell'inarticolata cordula appare anche nell'embriogenesi dei tunicati e poichè in questi il corpo rimane per tutta la vita inarticolato, così noi dobbiamo attribuire a quella cordula la massima importanza palingenetica; noi dobbiamo da ciò trarre la conclusione che una simile forma stipite inarticolata (*chordaea*) fu la forma atavica comune dei due gruppi di cordonii: dei vertebrati e dei tunicati. A favore di ciò parla specialmente il fatto che l'endoblastica corda ed il soprastante ectoblastico tubo nerveo, appaiono negli embrioni di tutti i vertebrati e tunicati in un'epoca molto precoce dello sviluppo, si originano dappertutto nella stessa guisa dai due foglietti germinativi primarii e non mostrano mai traccie di segmentazione. Questa non prende le mosse che dalle tasche celomiche i cui *episomiti* (miotomi) si svolgono in lamine muscolari, mentre gli *iposomiti* (gonotomi) diventano ghiandole sessuali.

IV. *La segmentazione degli articolati (articolazione) è dunque affatto differente da quella dei vertebrati (vertebrazione)*, e ciò malgrado una certa fallace rassomiglianza. Infatti la prima riguarda anzitutto l'integumento ed il tubo nerveo ventrale di una forma animale la quale a nessun'epoca della sua vita ha traccia di una corda, facendo affatto astrazione da ciò che anche pel rimanente l'organizzazione degli articolati e quella dei vertebrati presentano i massimi contrasti. A ciò abbiamo già accennato nella XIV conferenza (pagina 250). Per ciò non si deve ammettere nè che i vertebrati derivino da articolati, nè viceversa che i primi siano

gli antenati dei secondi. Questi due grandi tipi si sono svolti storicamente in modo indipendente ed in origine sono tanto nati da forme stipiti diverse, quanto sono oggidì affatto diverse le forme embrionali che essi ci presentano. La costante presenza della cordula in tutti i vertebrati è tanto caratteristica come lo è la sua costante mancanza in tutti gli articolati (cfr. pag. 254).

L'*origine dei vertebrati dagli articolati* nel corso degli ultimi 16 anni è stata sostenuta da numerosi zoologi con un zelo pari alla mancanza di critica, e poichè tale questione ha dato origine ad un'estesa bibliografia, noi dobbiamo qui ricordarla brevemente. Tutte le tre principali classi di articolati sono l'una dopo l'altra arrivate all'onore di essere considerate come i « veri progenitori » dei vertebrati; dapprima gli *anellidi* (lombrichi, sanguisughe ed affini), poi i *crostacei* (aspidonii e crostacei veri), infine i *tracheati* (ragni, insetti, ecc.). Fra le diverse ipotesi emesse a tale riguardo quella che ottenne il maggior favore fu la « *teoria degli annelidi* », la derivazione dei vertebrati dagli annulosi. Essa fu enunciata quasi contemporaneamente (1875) da Carlo Semper in Würzburg e da Antonio Dohrn in Napoli. Quest'ultimo dapprincipio l'appoggiò sopratutto a favore della pure allora emergente teòria della degenerazione che io ho illustrata nel mio scritto sopra « lo scopo e le vie della moderna storia dell'evoluzione » (1875, pag. 87).

Quest'interessante « *teoria della degenerazione* », di cui allora molto si parlava e che oramai è già quasi dimenticata, sorse nel 1875 dal desiderio di mettere d'accordo i risultati della teoria della discendenza e dell'incalzante darwinismo colle aspirazioni sentimentali della fede religiosa e colle vedute antropocentriche. L'ardente lotta che era stata provocata nel 1859 dal Darwin colla sua restaurazione della teoria dell'evoluzione e che con varia fortuna imperversò per un decennio in tutto il campo della biologia, volgeva già negli anni 1870-72 al suo termine e si chiuse presto colla completa vittoria del trasformismo. Per la grande maggioranza dei combattenti la questione principale non era in fondo la questione generale della evoluzione, ma bensì quella speciale « del posto dell'uomo nella natura » che l'Huxley chiamava con ragione il « il problema dei problemi ». Al più delle teste scevre da preconcetti e rettamente pensanti dovette subito apparir chiaro che questa questione non poteva essere sciolta che nel nostro senso « antropogenico » collo ammettere che l'uomo si sia svolto per graduate trasformazioni e perfezionamenti da una lunga serie di vertebrati.

Con ciò la vera *consanguineità* dell'uomo e dei vertebrati fu presto da ogni parte concessa. L'anatomia comparata e l'ontogenesi parlavano troppo chiaro perchè la si potesse negare più a lungo. Per salvare ciò malgrado la posizione antropocentrica dell'uomo e sopratutto per mantenere il dogma dell'« immortalità individuale » parecchi filosofi della natura e parecchi teologi dalle idee genetiche trovarono allora la buonissima scappatoia della « teoria della degenerazione ». Pur concedendo quella vera affinità di schiatta essi capovolsero puramente e semplicemente tutta quanta la teoria dell'evoluzione e sostennero con un valore degno d'elogio questa proposizione fondamentale « non l'uomo è l'animale più altamente sviluppato ma gli animali sono uomini degenerati ». Certamente l'uomo è « il più prossimo affine delle scimmie » nè può venir separato dal tipo dei vertebrati, ma la consecuzione della serie dei suoi antenati non è salente ma discendente. In principio « Dio creò l'uomo a sua immagine » come prototipo del perfetto vertebrato; solo in seguito al peccato originale il genere umano andò tanto degradando che ne nacquero le scimmie e da queste successivamente

i vertebrati inferiori. Svolgendo logicamente questa « teoria della degradazione » si dovette giungere allora all'idea unitaria che tutto il regno animale abbia preso origine da una progenie umana imbastardita e degradata.

Chi sostenne nel modo più deciso ed audace tale teoria della degenerazione fu il prete cattolico e filosofo-naturale Michaelis nel suo scritto polemico « *Haeckelogonia*, protesta accademica contro l'antropogenia di Haeckel » (Bonn 1875). In forma più « accademica » ed in parte mistica la svolse un filosofo-naturale della vecchia scuola di Jena, il matematico e fisico C. Snell. Ma il più valido appoggio dal lato zoologico essa lo ebbe da Antonio Dohrn che sostenne con speciale abilità e talento le idee antropocentriche di quest'ultimo. L'*Amphioxus*, che la recente morfologia considera ora quasi generalmente come il vero « provertebrato », come il primitivo paradigma tipico dell'originaria struttura dei vertebrati, secondo il Dohrn è piuttosto da considerare invece come un discendente degenerato di questo phylum, come « il figlio perduto dei vertebrati ». Esso è nato per inoltrata degenerazione dai ciclostomi, così come questi dai pesci; anzi persino le ascidie ed in generale tutti i tunicati non sono altro che simili pesci affatto degradati! Svolgendo coerentemente questa teoria invertita dell'evoluzione il Dohrn combatte anche il concetto generalmente ammesso che i celenterati e vermi siano « animali inferiori », anzi persino gli unicellulari protozoi sono per lui celenterati degenerati. Secondo lui è in generale « la *degenerazione il principium movens*, quello che è responsabile dell'esistenza di tutte le forme inferiori ».

Se realmente questa teoria Michaeli-Dohrniana della degenerazione fosse vera e perciò tutti gli animali dovessero venir considerati come discendenti degenerati dell'uomo creato originariamente perfetto, allora l'uomo « l'immagine del Dio individuale » apparirebbe realmente come il vero centro e scopo ultimo di tutta la vita organica terrestre, la sua posizione antropocentrica e con essa forse anche l'« immortalità dell'individuo » sarebbero salvate. Disgraziatamente questa consolante teoria della degenerazione sta in così inconciliabile contraddizione con tutti i fatti paleontologici ed ontogenetici conosciuti che oramai nel mondo scientifico non ha più d'uopo di essere confutata seriamente.

Ma non la va meglio per la famosa teoria della discendenza dei vertebrati dagli annelidi la quale più tardi fu sostenuta dal Dohrn con speciale zelo. Oltre a lui cercò sopratutto di appoggiare questa « teoria degli annelidi » Carlo Semper di Würzburg, facendo mostra in tale occasione di altrettanto dogmatismo pretensioso quanto di deficiente logica e di rara mancanza di critica. In fondo essa non è altro che una rifrittura a base filogenetica di quella dottrina dell'antica filosofia naturale per cui gli insetti sarebbero dei vertebrati rovesciati ed il midollo spinale di questi ultimi corrisponderebbe alla catena gangliare ventrale dei primi. Quanto sia mancante di critica ed antiscientifico questo paragone l'ha già mostrato 15 anni fa il primo degli anatomici comparativi moderni. Nel suo scritto magistrale sulla « posizione ed importanza della morfologia » colla quale Carlo Gegenbaur apriva nel 1876 il primo volume del suo *Morphologisches Jahrbuch* (pag. 6), egli parla di quella falsa ipotesi come di « un esempio lampante di comparazione antiscientifica » e dice con tutta ragione: « essa ignora le più importanti istanze considerando come decisive delle cose affatto generali e, nel caso concreto, indifferenti. Tale comparazione antiscientifica erra in un labirinto in cui al primo errore sempre nuovi errori si collegano ».

Recentemente la famosa « ipotesi degli annelidi » che ha sollevato tanto polverio ed ha fatto nascere nel campo della morfologia tanti scritti polemici, è stata abbandonata

dalla maggior parte dei zoologi giudiziosi, anche da tali che prima la sostenevano. Le preziose cognizioni dateci da Hatschek, Boveri ed altri sulla morfologia dell'*Amphioxus*, come pure il riconoscimento dei suoi stretti rapporti cogli embrioni dei selaci (Rückert) le hanno tolto l'ultimo terreno. Anzi persino il suo più zelante sostenitore, il Dohrn, sembra oggidì propendere verso l'opinione che essa « sarà seppellita per sempre », ed alla fine del suo ultimo (XV) *Studio sulla storia primitiva del corpo dei vertebrati* fa una vereconda ritirata. La « verecondia » di questa rassegnazione è tanto più encomiabile inquantochè, come è noto, il Dohrn nei suoi acerbi attacchi sofistici contro il Gegenbaur suo antico maestro e di tanto superiore a lui ha mostrato ampiamente il contrario di quella lodevole virtù.

Oramai che la falsa « ipotesi degli annelidi » stabilita nel 1875 è « ben sepolta per sempre » e che anche altri più recenti tentativi per far derivare i vertebrati da meduse, echinodermi o molluschi sono affatto falliti, non rimane, per rispondere a quella grande questione « dell'origine dei vertebrati » che quella antica ipotesi che io sostengo da 25 anni e che in opposizione a quella io ho chiamato brevemente *ipotesi dei cordonii;* per le sue sicure basi morfologiche e per la sua fondamentale importanza essa può ben pretendere al grado di una *teoria* filogenetica naturale e deve essere chiamata « teoria dei cordonii ».

Questa *teoria dei cordonii* fu da me svolta dapprima nel 1867 in conferenze accademiche dalle quali venne fuori la *Storia della creazione naturale.* Nella prima edizione di questo libro (1868, pagg. 409, 439, 504) io cercai, appoggiandomi alle memorabili scoperte di Kovalevsky, di dimostrare che « fra tutti gli animali invertebrati che ci sono noti sono senza dubbio i tunicati quelli che hanno la più prossima consanguineità coll'uomo; essi sono da considerarsi come i più stretti affini di quei vermi dai quali si è svolto quest'ultimo tipo. Naturalmente noi non vogliamo dire con ciò che i vertebrati discendano dai tunicati, ma solo che i due gruppi sono germogliati da una radice comune. Probabilmente i veri vertebrati (e cioè dapprima gli acranii) si sono svolti progressivamente durante l'epoca primaria da un gruppo di vermi dal quale si sono prodotti in un'altra direzione regressiva i degenerati tunicati » (loc. cit., pag. 439). Quell'estinto gruppo stipite comune sono appunto i *procordonii;* la loro esatta immagine ontogenetica si è ancora oggidì fedelmente conservata nella *cordula* dei vertebrati e tunicati; alquanto modificata essa esiste ancora oggidì indipendente nella classe dei *copelati* (Appendicaria, pag. 319).

Il più prezioso appoggio e la più valida base furono dati a quest'ipotesi dei cordonii sopratutto da Carlo Gegenbaur. Questo morfologo criticamente comparativo la sostenne fin dal 1870 nella seconda edizione dei suoi *Principii di anatomia comparata* (pagg. 191, 576); nello stesso tempo egli chiamò primo l'attenzione sugli importanti rapporti morfologici che intercedono fra i tunicati ed un verme che solo recentemente si fe' noto, il *Balanoglossus;* egli considera a ragione quest'ultimo come rappresentante di una speciale classe di vermi che egli chiamò *Enteropneusti* o respiranti coll'intestino (loc. cit., pagg. 158, 225). Anche in molte ulteriori occasioni il Gegenbaur accennò alla stretta affinità dei tunicati e vertebrati e svolse luminosamente i motivi che ci autorizzano all'ipotesi filogenetica della derivazione dei due tipi da uno stipite comune, da un animale vermiforme *inarticolato* che possedeva una corda assile fra il dorsale tubo nerveo ed il tubo digerente ventrale.

Più tardi la teoria dei cordonii ha ricevuto più ampii e preziosi appoggi dalle ricerche ontogenetiche e morfologiche di molti eminenti zoologi ed anatomi, fra i

quali vogliamo sopratutto rilevare G. Kupffer, B. Hatschek, F. Balfour, E. Van Beneden e Julin. Sopratutto dopochè per gli « Studii sullo sviluppo dell'*Amphioxus* » di Hatschek, noi abbiamo appreso a conoscere esattamente tutte le particolarità dell'embriologia di questo infimo vertebrato, esso ha acquistato per la nostra Antropogenia un'importanza così decisiva che noi dobbiamo collocarlo dovunque in prima linea come un documento filogenetico di prim'ordine per la soluzione delle presenti questioni.

Il valore dei fatti ontogenetici che ci sono forniti da quell'unico acranio ancor oggi vivente, è nelle nostre ricerche filogenetiche tanto più da apprezzarsi, inquantochè disgraziatamente *la paleontologia non ci dà verun documento sopra l'origine dei vertebrati.* Infatti tutti gli antenati invertebrati di questi erano altrettanto animali molli, senza scheletro, i cui resti erano perciò inetti ad essere conservati allo stato fossile, quanto è ancora oggidì il caso anche per gli infimi vertebrati, gli acranii ed i ciclostomi. Anzi lo stesso vale in generale per la massima parte dei vermi od *elminti* le cui singole classi ed ordini tanto sono divergenti nella loro organizzazione. I gruppi isolati maggiori e minori di questo tipo ricco di forme, sono da considerarsi come singoli rami ancora verdeggianti di un enorme albero ramosissimo, la cui massima parte è da gran tempo morta e della cui prima conformazione nessun fossile ci dà notizia. Ciò non ostante alcuni di quei gruppi ancora sopravviventi hanno la massima importanza filogenetica e ci dànno chiare indicazioni sulla via per la quale i cordonii si sono sviluppati dagli elminti e questi dai celenterii.

Se ora cerchiamo di trar fuori dai moltiformi gruppi di animali inferiori ed elminti le più importanti fra quelle antiche forme palingenetiche, va da sè che neppure una di esse sia da considerarsi come l'immagine inalterata od anche solo un poco modificata di quella forma-stipite estinta da lungo tempo. Una forma ha conservato questo, l'altra quell'altro carattere dell'organizzazione inferiore primitiva, mentre altre parti del corpo si sono ulteriormente sviluppate e peculiarmente modificate. Qui dunque, più che in altre parti della nostra genealogia, sarà il caso di tener d'occhio il *complesso dello sviluppo* e di distinguere i fenomeni secondarii, non essenziali dagli essenziali e primarii. In pari tempo sarà vantaggioso rilevare sopratutto i più importanti progressi dell'organizzazione pei quali la *gastrea* si elevò poco alla volta alla *cordea.*

Un primo importante punto d'appoggio ce lo dà la *gastrula bilaterale dell'Amphioxus* (fig. 214, pag. 309). La sua forma bilaterale o triasse indica che già molto per tempo i gastreadi, il gruppo-stipite comune di tutti i metazoi, si divisero in due gruppi divergenti: la *gastrea uniasse* (la forma primitiva ovoide con sezione trasversa circolare) si fissò e diede origine a due tipi, le spugne ed i cnidari (questi ultimi da derivarsi tutti da semplici polipi simili all'idra). Invece la *gastrea triasse* (la forma derivata bilaterale con sezione trasversa ovale) prese nella locomozione natante o strisciante una determinata direzione e portamento del corpo pel cui mantenimento era di gran vantaggio un'equa distribuzione del peso nelle due metà del corpo (destra e sinistra); così si sviluppò la tipica forma fondamentale bilaterale, la quale viene determinata da tre diversi assi di direzione: I, dall'*asse principale* od asse longitudinale (con polo orale ed aborale); II, dall'*asse sagittale* od asse dorsoventrale (con polo dorsale e ventrale); III, dall'*asse trasversale* od asse frontale (con polo destro e sinistro); i due primi assi sono inequipolari, l'ultimo è equipolare. La stessa forma fondamentale bilaterale o dipleura la troviamo anche in tutti i nostri strumenti artificiali di locomozione, carri, navi, ecc., perchè essa è di gran lunga la più vantaggiosa

quando il corpo debba procedere in una postura ferma e costante ed in una determinata direzione. La scelta naturale avrà dunque svolto molto per tempo questa forma fondamentale bilaterale in una parte dei gastreadi, producendo così le forme stipiti di tutti gli animali bilaterali o bilaterii.

La *Gastraea bilateralis* di cui dobbiamo considerare come ripetizione palingenetica la gastrula bilaterale dell'*Amphioxus*, offrì l'organismo bifoliato dei più antichi metazoi in forma semplicissima: l'*entoderma* vegetativo che rivestiva la sua semplice cavità gastrica, servì alla nutrizione; l'esoderma ciliato che formava l'esterno integumento servì alla locomozione ed alla sensazione; infine le due cellule promesodermiche che giacciono a destra ed a sinistra presso al margine boccale del prostoma erano gonidii o cellule sessuali e s'incaricarono della riproduzione. Pel conoscimento dei gradi ulteriori di sviluppo che primi vennero fuori dalla gastrea è sopratutto importante: 1° l'esatta comparazione degli stati embrionali dell'*Amphioxus* che stanno fra la sua gastrula e la sua cordula; 2° la comparazione morfologica dei più semplici *platodi* (turbellari) e di varii gruppi di *elminti* inarticolati (gastrotrichi, nemertini, enteropneusti).

I *platodi* si devono qui considerare in prima linea, perchè essi stanno sul limite fra i due gruppi principali dei metazoi, fra gli animali inferiori (*coelenteria*) ed i superiori (coelomaria); cfr. l'albero genealogico, pag. 371. Coi primi essi dividono la mancanza della cavità del corpo, dell'ano e del sistema dei vasi sanguigni; cogli ultimi essi hanno di comune la forma fondamentale bilaterale, il possesso di un paio di nefridii e lo sviluppo di un cervello apicale o ganglio nerveo epistomale. Delle tre classi di platodi viene qui in considerazione solo la prima e più antica, quella dei turbellari; le due altre classi, quella dei trematodi e quella dei cestodi, sono formate da parassiti nati da quella classe stipite per adattamento alla vita parassitica e per degenerazione.

I *turbellari* (*turbellaria*) sono rappresentati ancora oggidì da molte forme differentissime, le quali vivono parte in mare, parte in acqua dolce. Fra queste sono verosimilmente da considerarsi come più antiche e primitive quelle infime e minutissime forme che per la semplice conformazione del loro intestino si chiamano *rabdoceli* (rhabdocoela). Il loro corpo per solito non è lungo che pochi millimetri ed ha forma semplicissima ovale o lanceolata (fig. 244). La superficie è coperta da un semplice epitelio ciliato, uno strato di cellule esodermiche vibratili. Il canale digerente è ancora il semplice intestino primitivo della gastrea (*d*) con una sola apertura, la quale è in pari tempo la bocca e l'ano (*m*). Tuttavia si è formata alla bocca un'invaginazione dell'esoderma, in grazia alla quale si è prodotto un bulbo faringeo muscoloso (*sd*). È cosa molto notevole che l'apertura boccale dei turbellari (omologa al prostoma della gastrea) entro i limiti di questa classe può presentare le più diverse posizioni lungo la linea mediana del ventre; ora essa giace all'indietro (*Opisthomum*), ora nel mezzo (*Mesostomum*), ora anteriormente (*Prosostomum*). Questa migrazione ventrale della bocca dall'indietro all'avanti è molto interessante per ciò che essa corrisponde ad una *migrazione filogenetica della bocca*. Una simile migrazione ebbe luogo probabilmente nei platodi antenati del più dei celomari (o di tutti?); la *bocca permanente* (*metastoma*) giace qui al polo anteriore (polo orale) mentre la bocca *primitiva* (prostoma) stava all'estremità posteriore del corpo bilaterale.

Fra i due foglietti germinativi primarii, dei quali l'esterno, animale, forma l'epidermide e l'interno, vegetativo, l'epitelio intestinale, si trova nel più dei turbellari una ristretta cavità nella quale giaciono alcuni organi nati secondariamente. Questa cavità

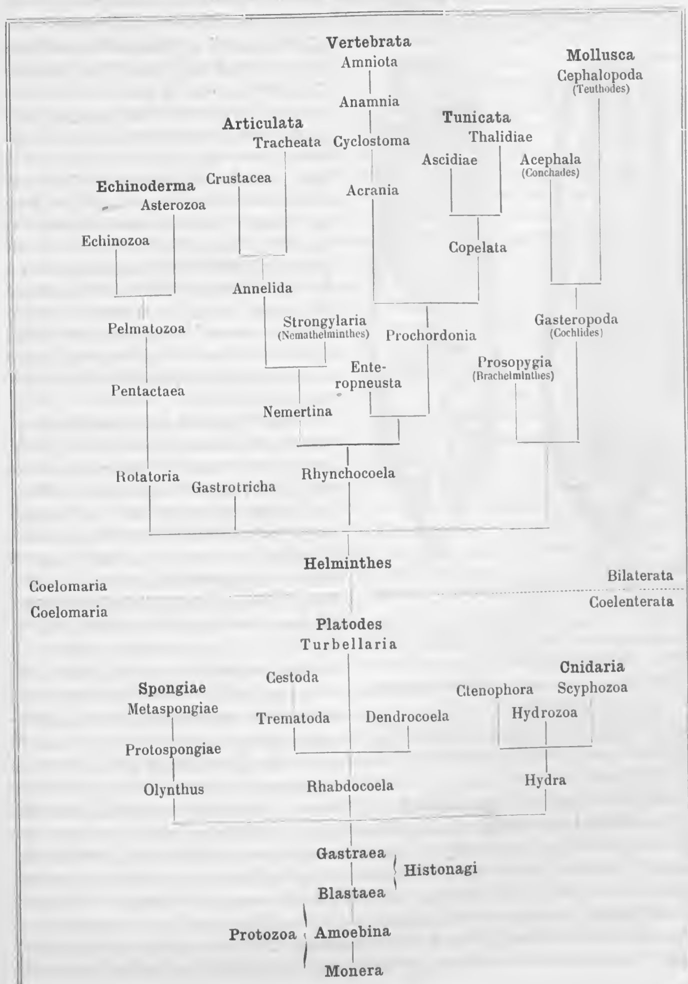
VENTIDUESIMA TABELLA

Sistema filogenetico del Regno animale fondato sulla Gastrea.

SOTTOREGNO del regno animale	GRUPPI PRIMARII del regno animale	TIPI DEL REGNO animale	CLASSI PRIMARIE del regno animale
I. Protozoi **Protozoa** Senza intestino primitivo, senza foglietti germinativi e tessuti	I. Animali-cellule **Protozoa** Animali unicellulari talora cenobii pluricellulari	1. Rizopodi **Rhizopoda**	1. Monera 2. Amoebina 3. Thalamophora 4. Radiolaria
		2. Infusorii **Infusoria**	1. Flagellata 2. Ciliata
II. Metazoi **Metazoa** Con intestino primitivo, con foglietti germinativi e tessuti — Forme embrionali primarie: *Blastula* (unifoliata) e *Gastrula* (bifoliata) — I *Blasteadi*, sul limite fra i protozoi ed i metazoi (sfere cave con invoglio blastodermico) non posseggono ancora un intestino primitivo	II A. Animali inferiori **Coelenteria** Zoophyta o Coelenterata — Senza cavità del corpo, senza sangue, senza apertura anale	3. Istonagi **Histonagi**	1. Blasteada (Catallacta) 2. Gastraeada (Physemaria)
		4. Spugne **Spongiae**	1. Protospongiae 2. Metaspongiae
		5. Cnidarii **Cnidaria**	1. Hydrozoa 2. Scyphozoa 3. Ctenophora
		6. Platodi **Platodes**	1. Turbellaria 2. Trematoda 3. Cestoda
	II B. Animali superiori **Coelomaria** Bilateria o Bilaterata — Con cavità del corpo, generalmente con sangue e con apertura anale	7. Elminti **Helminthes**	1. Rotatoria 2. Strongylaria 3. Rhynchocoela 4. Prosopygia
		8. Molluschi **Mollusca**	1. Cochlides 2. Conchades 3. Teuthodes
		9. Articolati **Articulata**	1. Annelida 2. Crustacea 3. Tracheata
		10. Echinodermi **Echinoderma**	1. Echinozoa 2. Pelmatozoa 3. Asterozoa
		11. Tunicati **Tunicata**	1. Copelata 2. Ascidia 3. Thalidia
		12. Vertebrati **Vertebrata**	1. Acrania 2. Craniota.

VENTITREESIMA TABELLA

Albero genealogico monofiletico del Regno animale fondato sulla Teoria della Gastrea.



è il residuo della *cavità embrionale* (*blastocelo*, pag. 116) o della « cavità primaria del corpo »; essa non è da confondersi colla vera o « secondaria cavità del corpo » la quale esiste nel più dei celomari ma manca ancora ai platodi. I più importanti e più antichi fra quegli organi sono gli apparati sessuali; essi mostrano entro questa classe di platodi disposizioni molto varie; nel più semplice caso vi sono semplicemente due paia di *gonadi* o ghiandole sessuali, un paio di testicoli (fig. 245, *H*) ed un paio di ovarii (*e*); esse si aprono all'esterno ora per un orificio mediano comune (*Monogonopora*), ora separate; l'apertura femminea dietro alla maschile (*Digonopora*, figura 245).Le ghiandole sessuali pari si sviluppano originariamente dai due *promesoblasti* o « cellule promesodermiche », (fig. 215, *P*; pag. 310). Dall'estendersi di questi antichissimi abbozzi mesodermici e dal loro scavarsi negli ulteriori discendenti dei platodi, in modo da formare ampie « *tasche sessuali* » nacquero verosimilmente le *tasche celomiche* pari, le vere cavità del corpo proprie dei metazoi superiori (enteroceli).

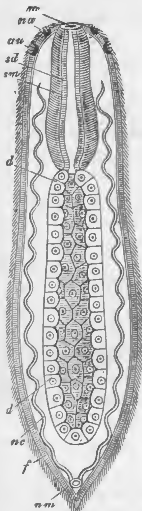


Fig. 244.

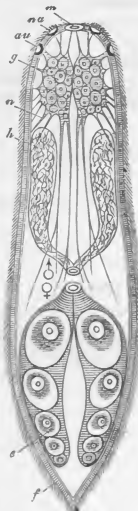


Fig. 245.

Fig. 244. — Un semplice turbellare (*Rhabdocoelum*).

m) Bocca; *s*) Faringe; *sd*) Epitelio faringeo; *sm*) Musculatura faringea; *d*) Intestino; *nc*) Nefridii; *nm*) Poro nefrid.; *au*) Occhio; *na*) Fossetta olfattoria (Schema).

Fig. 245. — Lo stesso turbellare per fare vedere gli organi rimanenti.

g) Cervello; *au*) Occhio; *na*) Fossetta olfattoria; *n*) Nervi; *h*) Testicoli; ♂ Apertura maschile; ♀ Apertura femminea; *e*) Ovario; *f*) Epidermide vibratile; (Schema).

Mentre le gonadi fanno parte degli organi filogeneticamente più antichi, i pochi altri organi secondarii che noi troviamo ancora nei platodi fra la parete intestinale e la parete del corpo sono da considerarsi come prodotti più recenti, posteriori, di evoluzione. Uno dei più importanti ed antichi fra questi ultimi sono i *reni* o *nefridii* che procurano l'eliminazione degli umori inutilizzabili dal corpo (vedi la fig. 244, *nc*). Questi *organi urinarii* od « organi escretori » (spesso anche detti « vasi acquiferi »), che si devono certo considerare primitivamente come ghiandole cutanee ingrossate, sono un paio di canali che traversano il corpo per lungo e sboccano, separati od uniti, all'esterno (*nm*). Spesso essi sono provvisti di molti rami. Ai rimanenti celenterii (gastreadi, spugne, cnidari) tali speciali organi secretori mancano ancora interamente; essi appaiono per la prima volta nei platodi; da essi si sono trasmessi direttamente in eredità agli elminti e da questi ai tipi superiori. Le forme più primitive di reni, quali esse si trovano negli infimi e più antichi bilaterali (platodi, rotiferi, nematodi) formando un paio di canali laterali, possono essere chiamate *proreni* (*protonephridia*) in opposizione ai *reni definitivi* (*metanephridia*) dei metazoi superiori; in questi nell'embrione appaiono pure in principio i primi, più tardi però essi vengono sostituiti dagli ultimi (Hatscheck).

Come importantissimo nuovo organo dei platodi che ai loro progenitori gastreadi mancava ancora totalmente è infine da ricordare il loro *sistema nerveo.* Esso risulta da un paio di semplici ganglii cerebrali (fig. 245, *g*) e da tenui filamenti nervei che da esso irraggiano; questi vanno parte come nervi volitivi (o fibre motorie) al sottile strato muscolare che si sviluppa sotto alla pelle; parte, come nervi sensorii (o fibre sensibili), alle cellule di senso della ciliata epidermide (*f*). Molti turbellari hanno anche già speciali organi di senso: un paio di fossette olfattive ciliate (*n a*), semplici occhi (*a u*), raramente vescicole uditive. Un paio di nervi laterali maggiori che si sviluppano in molti platodi sono importanti per ciò che essi in molti loro discendenti si sviluppano a formare due centri nervei superiori. Così pure anche il *ganglio* cerebrale impari (*g*) che giace anteriormente sotto la pelle dorsale sopra all'intestino anteriore ha massima importanza; infatti questo *cervello apicale* (*acroganglion*) che originariamente quale bassa *piastra apicale* (*acroplatea*) nasce nella esterna epidermide, è l'abbozzo esodermico non solo del « ganglio faringeo superiore » degli elminti che proviene direttamente da quello, ma anche del tubo midollare dei vertebrati.

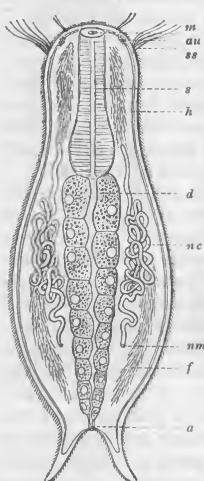
Seguendo il concetto sopra esposto io ammetto che i più antichi e più semplici *platodi sono nati direttamente dai gastreadi bilaterali* per lo svilupparsi di gonadi e nefridii mesodermici come pure di un esodermico cervello apicale. Secondo questa ipotesi, che io ho già enunciata nel 1872 nel primo schizzo della teoria della gastrea (*Calcispongie*, vol. I, pag. 465) non sussiste alcuna diretta parentela fra platodi e cnidari; questi ultimi, i cnidari (idrozoi e scifozoi), si sono svolti indipendentemente dai primi da *gastreadi uniassi;* solo in via secondaria questi gastreadi monaxonii si sono fissati ed in seguito a ciò hanno acquistato la forma fondamentale radiale. È mia convinzione che fra tutti gli antenati dei vertebrati non si trovi alcuna forma fissa e raggiata.

In opposizione a quest'antica « ipotesi dei platodi bilaterali » (1872), sta la seconda « ipotesi dei platodi raggiati » (1884); essa viene sostenuta da eminenti conoscitori dei platodi. Essi ammettono che i platodi bilaterali discendano prossimamente da ctenofori (forme intermedie: *Coeloplana* e *Ctenoplana*), questi poi da craspedote *quadriradiate* (o meduse inferiori). Poichè queste ultime discendono in origine da polipi sedentarii (*Hydra*), così si deve ammettere che della serie dei progenitori dei platodi (e perciò anche dei vertebrati) faccia parte una serie di animali marini sedentarii e che la loro conformazione radiale non è passata che più tardi a quella bilaterale.

All'importantissimo gruppo stipite primordiale dei *turbellari* si rannoda dapprima una quantità di *più recenti progenitori dei cordonii* che noi dobbiamo collocare nel tipo degli *Helminthes* o degli *elminti inarticolati.* Questi *Helminthes* o *Vermes* i « vermi veri » (recentemente anche chiamati *Scolecida*) sono, come è noto, la tortura o il « ripostiglio » della zoologia sistematica perchè le classi che vi appartengono mostrano intricatissimi rapporti di affinità, da una parte coi platodi loro inferiori, dall'altra coi tipi animali superiori. Se dunque noi escludiamo da questo tipo da un lato i platodi, dall'altro gli annelidi (od anulosi) noi otteniamo una unità di struttura abbastanza soddisfacente per tutte le classi contenutevi. Nell'ultima edizione (1889, pag. 540; trad. ital., pag. 311) io ho diviso questo tipo degli elminti limitato in detto modo in quattro classi primarie e dodici classi: di esse due classi primarie o cladomi non hanno importanza per noi poichè, secondo il mio concetto, non contengono alcun progenitore dei cordonii; queste sono: 1° i *nematelminti* o strongilarii (nematodi, acantocefali, chetognati) e 2° i *prosopigii* o vermi brachiati (briozoi, brachiopodi, foronee, sipunculidi). Per contro sono per noi interessanti i due

altri cladomi: i rotatorii (*rotatoria*) ed i vermi a tromba (*rhynchocoela*); ai primi appartengono gli ichtidini e rotiferi, agli ultimi i nemertini ed enteropneusti. Fra questi elminti si trovano alcune importantissime forme le quali lasciano riconoscere nella loro organizzazione significanti progressi dal grado dei platodi a quello dei cordonii.

Fra questi progressi filogenetici hanno specialissima importanza i nuovi fenomeni: 1° il formarsi di una vera (secondaria) *cavità del corpo* (*coeloma*); 2° l'apparire di una seconda apertura intestinale, l'ano (*anus*); 3° lo svilupparsi di un sistema circolatorio (*vasorium*). La gran maggioranza degli elminti possiede già questi tre caratteri i quali tutti ai platodi mancano ancora; negli altri elminti tuttavia uno o due di essi sono già sviluppati.



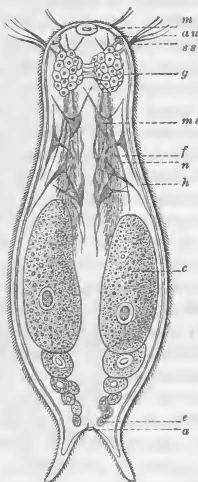


Fig. 246. Fig. 247.

Chaetonotus, semplicissima forma di elminti del gruppo dei gastrotrichi.

m) Bocca; *s*) Faringe; *d*) Intestino; *a*) Ano; *g*) Cervello; *n*) Nervi; *ss*) Peli di senso; *au*) Occhi; *ms*) Cellule muscolari; *h*) Pelle; *f*) Fascie ciliate della faccia ventrale; *nc*) Nefridii; *nm*) Loro sbocco; *e*) Ovarii.

Ai platodi si rannodano molto strettamente anzitutto gli *ichtidini* (gastrotrichi), piccoli vermicelli viventi in mare o nell'acqua dolce, i quali non raggiungono che una lunghezza di 0,1-0,5 mm. Io riunisco questi vermi primitivi coi *rotatori* propriamente detti (*rotifera*) nella classe primaria dei rotatori. Si possono considerare i gastrotrichi come dirette forme di passaggio dai turbellari ai rotiferi, come di fatto essi stanno in mezzo fra di essi. Tuttavia i zoologi sono molto divisi nel giudicare la loro posizione sistematica. Secondo il mio modo di vedere essi sono affatto prossimi ai *rabdoceli* (figg. 244, 245) e non se ne distinguono essenzialmente che per un solo carattere, il possesso di un ano all'estremità posteriore (fig. 246, *a*). Inoltre le ciglia vibratili che nei turbellari coprono l'intera superficie sono limitate nei gastrotrichi a due fascie vibratili (*f*) che stanno sulla faccia ventrale del loro corpo ovale, mentre la superficie dorsale porta delle setole. Del resto l'organizzazione delle due classi è però la medesima. Qui come colà il canal digerente risulta da una faringe muscolosa (*p*) ed un intestino primitivo ghiandolare (*d*). Sopra alla faringe sta il cervello pari (acroganglion, *g*). Ai lati dell'intestino primitivo sta un paio di canali prorenali circonvoluti (vasi acquiferi o pronefridii, *nc*) che sboccano al lato ventrale (*nm*). Posteriormente si trova un paio di semplici ghiandole sessuali o gonadi (fig. 247, *e*). La stretta cavità del corpo la quale include l'intestino viene abitualmente considerata come una cavità primaria (blastocelo); è però possibile che essa non si produca che per l'estendersi delle tasche sessuali pari le quali partendo

dall'ano (o dal prostoma) crescono verso l'innanzi; in tal caso essa dovrebbe già venir considerata come un celoma secondario (enterocelo).

Mentre così gli ichtidini si collegano ancora strettamente al gruppo stipite dei platodi, un'altra via ci conduce invece più oltre verso quelle due classi di elminti che noi riuniamo nel cladoma dei *rincoceli;* questi sono prima i *nemertini* e, secondo, gli *enteropneusti.* Entrambe queste classi possiedono ancora un completo rivestimento ciliare dell'epidermide, eredità dei turbellarii e dei gastreadi; entrambe hanno già due aperture dell'intestino, bocca ed ano, come i gastrotrichi. Ma un nuovo importante sistema organico che manca ancora interamente a quelle forme più antiche appare qui per la prima volta, il *sistema dei vasi sanguigni* (*vasorium*). Nel mesoderma o foglietto embrionale mediano, qui più sviluppato, appaiono alcuni canali longitudinali contrattili i quali colle loro contrazioni mettono in moto il sangue pel corpo; sono i primi vasi sanguigni.

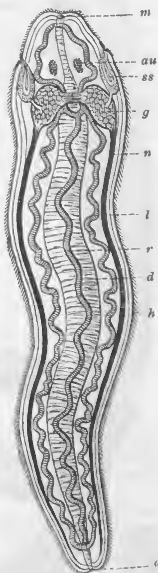


Fig. 248.
Un semplice nemertino.
m) Bocca; *d*) Intestino; *a*) Ano; *g*) Cervello; *n*) Nervi; *h*) Epidermide ciliata; *ss*) Fossette di senso (Fessure cefaliche); *au*) Occhi; *r*) Vaso dorsale; *l*) Vasi laterali.

I *nemertini* erano anticamente riuniti coi turbellarii che pur sono di molto inferiori. Essi si distinguono da questi molto essenzialmente pel possesso di un ano e dei vasi sanguigni come pure per certi caratteri di superiorità strutturale. Essi hanno per lo più l'aspetto di uno stretto e lungo nastro oppure di un cordone più o meno piatto; presso a molte forme piccolissime vi sono specie gigantesche le quali con una larghezza di 5-10 cm. raggiungono una lunghezza di parecchi metri (persino oltre a 10-15 metri). Per la maggior parte vivono in mare, alcuni anche in acqua dolce o sulla terra umida. Per l'interna struttura i nemertini si collegano da un lato coi turbellarii inferiori, dall'altra coi superiori elminti, soprattutto cogli enteropneusti. Recentemente essi sono stati presi più volte in considerazione come stadii precursori dei tipi superiori di metazoi e sono stati direttamente rannodati ora ai progenitori degli articolati, ora a quelli dei vertebrati. I nemertini furono considerati come un grado di antenati dei vertebrati sopratutto da Hubrecht; egli paragona la loro peculiare tromba coll'ipofisi di quelli e la guaina della tromba colla loro corda dorsale; infine egli considera un paio di fessure cefaliche ciliate come inizii delle fessure branchiali ed un paio di forti nervi laterali come abbozzi del tubo midollare. Queste comparazioni dell'Hubrecht io le ritengo insostenibili. Inoltre non posso dare che poco peso alla cominciante segmentazione del corpo che si manifesta nella formazione di tasche laterali pari dell'intestino ed alle tasche sessuali che alternano con quelle, come pure in abbozzi di sepimenti trasversi. Quest'incompleta metameria sembra accennare piuttosto all'articolazione degli anellidi che non alla vertebrazione dei vertebrati. Certo però essi hanno qualche importanza per questi ultimi perchè essi appunto in questi come in altri rispetti concordano colla classe susseguente degli enteropneusti. Ad ogni modo i nemertini hanno anche per noi un grande interesse filogenetico perchè essi sono gli infimi e più antichi fra tutti gli *animali con sangue* tuttora viventi. Noi incontriamo qui per la prima volta dei veri *vasi*

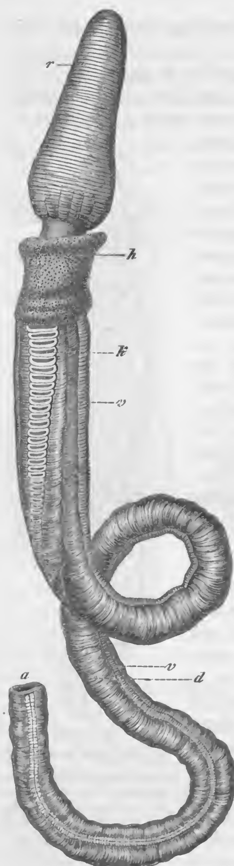


Fig. 249.
Un giovane balanoglosso (*Balanoglossus*). Da Agassiz.

r) Tromba glandiforme; *h*) Collaretto; *k*) Fessure branchiali ed archi branchiali dell'intestino anteriore, in una lunga serie da ambo i lati; *d*) Intestino posteriore digerente che occupa la massima parte della cavità del corpo; *v*) Vena intestinale o vaso ventrale collocato fra due pieghe cutanee parallele: *a*) Ano.

sanguigni che fan circolare pel corpo un vero sangue, quel liquido importante, ricco di materie nutritive che ha tanta parte nella nutrizione, nella respirazione e nel ricambio materiale di tutti gli animali superiori. Anzi il *sangue* in certi nemertini è persino *rosso* e la sostanza colorante rossa è vera *emoglobina* collegata a cellule sanguigne ellittiche, discoidi come nei vertebrati. I più fra i nemertini posseggono due o tre canali sanguigni paralleli che scorrono longitudinalmente pel corpo e sono collegati anteriormente e posteriormente da allacciature, spesso anche da molte anastomosi annulari. Il più importante fra questi vasi sanguigni primitivi è quello che giace nella linea mediana del dorso sopra all'intestino (fig. 248, *r*); esso può venir paragonato tanto al *vaso dorsale* degli articolati, quanto all'*aorta* dei vertebrati. A destra e sinistra serpeggiano i due vasi laterali (fig. 248, *l*).

Ai nemertini io rannodo come lontani parenti gli *enteropneusti;* essi possono anche venire riuniti coi primi sotto il concetto di vermi a tromba (*Rhynchocoela* o *rhynchelminthes*). Di questa classe non vive più oggi che un solo genere con parecchie specie (*Balanoglossus*); questo è però molto notevole e può essere considerato come ultimo superstite di un'antichissima classe di elminti da gran tempo estinta. Da una parte essi si collegano ai nemertini ed ai platodi loro diretti progenitori, dall'altra parte alle infime e più antiche formé dei cordonii.

I balanoglossi (fig. 249) vivono nella sabbia del mare e sono vermi allungati di conformazione semplicissima come i nemertini. Da questi essi hanno ricevuto in eredità: 1° la forma fondamentale bilaterale con metameria imperfetta; 2° il rivestimento ciliare della molle epidermide; 3° le serie pari di tasche intestinali che alternano con una o due paia di serie longitudinali di gonadi; 4° il gonocorismo o la separazione dei sessi (mentre gli antenati platodi erano ancora ermafroditi); 5° l'apertura boccale ventrale collocata sotto ad una tromba sporgente; 6° l'apertura anale terminale del semplice tubo intestinale; 7° più canali sanguigni paralleli scorrenti longitudinalmente; 8° il cervello faringeo dorsale od acroganglion.

Per contro gli enteropneusti si distinguono dai loro progenitori nemertini per varie particolarità in parte importanti che si devono interpretare come nuovi acquisti dovuti all'adattamento. Di gran lunga la più importante fra di esse è l'*intestino branchiale* (*k*).

La sezione anteriore del tubo intestinale è trasformata in un organo respiratorio e traforata da due serie di fessure branchiali; fra queste si trova un'impalcatura branchiale formata da bastoncini e piastre di chitina. L'acqua che viene immessa per l'apertura boccale passa per queste fessure all'esterno. Esse giaciono nella metà dorsale dell'intestino anteriore la quale per mezzo di pieghe longitudinali pari è incompletamente separata dalla metà ventrale (fig. 250, A*). Questa metà ventrale, le cui pareti ghiandolari sono coperte da un epitelio vibratile e secernono del muco, corrisponde al solco faringeo od ipobranchiale dei cordonii (B *n*), a quell'organo importante dal quale è nata la ghiandola tiroide dei cranioti (pag. 287). Questa significantissima corrispondenza nella struttura affatto speciale dell'intestino branchiale degli enteropneusti, tunicati e vertebrati, è stata per la prima volta riconosciuta dal Gegenbaur (1878); essa è tanto più importante inquantochè in tutti i tre gruppi non appare dapprima negli animali giovani che *un sol paio di fessure branchiali;* solo in seguito il loro numero si accresce. Ci è permesso da ciò dedurre una comune origine di questi tre gruppi, e ciò con tanto maggior sicurezza inquantochè anche sotto altri rapporti il *Balanoglossus* si avvicina strettamente ai cordonii. Così sopratutto il suo cervello faringeo (*acroganglion*) è prolungato in un lungo cordone nerveo dorsale che scorre al disopra dell'intestino (corrispondentemente al tubo midollare dei cordonii). Il Bateson crede persino aver riconosciuto fra i due una rudimentale corda. Noi possiamo considerare come *capo* tutta la metà anteriore del Balanoglosso, fino al termine dell'intestino branchiale (come nell'*Amphioxus* e nei copelati) e contrapporre ad esso come *tronco* la metà posteriore (con semplice intestino epatico).

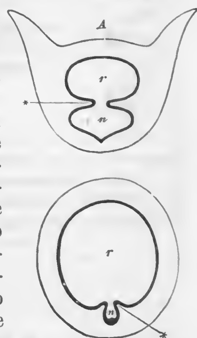


Fig. 250. — Sezione dell'intestino branchiale. *A*, di *Balanoglossus* e *B*, di Ascidia.

r) Intestino branchiale; *n*) Solco faringeo; * Pieghe cutanee fra i due. Figura schematica dal Gegenbaur per mostrare la relazione della cavità dell'intestino branchiale dorsale (*r*) col solco faringeo od ipobranchiale (*n*).

Fra tutti gli animali invertebrati che vivono tuttora gli enteropneusti sono quelli che per queste notevolissime peculiarità stanno più vicini ai cordonii; essi debbono dunque essere considerati come ultimo resto di quell'antichissimo gruppo di elminti dalla respirazione intestinale dal quale anche questi ultimi si sono svolti. Fra tutti gli animali *cordati* poi i copelati (fig. 230, pag. 319) e le larve caudate delle ascidie (fig. 5, tav. X) sono quelli che più strettamente si collegano al giovane *Balanoglossus*. Gli uni e le altre sono d'altra parte strettamente affini all'*Amphioxus*, a quell'antichissimo « provertebrato » di cui nelle conf. XVI e XVII abbiamo già notato l'alta importanza per la genealogia del genere umano. Come fu mostrato allora, gli inarticolati *tunicati* ed i segmentati *vertebrati* sono da considerarsi come due tipi indipendenti che si sono sviluppati divergentemente in due direzioni affatto diverse. Ma la radice comune dei due tipi, il gruppo estinto dei procordonii, si deve ricercare nel tipo degli elminti, e fra tutti gli elminti ancora viventi solo i sopramenzionati ci conducono sulla traccia della loro origine. Certamente i rappresentanti che ancora vivono di quegli importanti gruppi animali, copelati, balanoglossi, nemertini, ichtidini, ecc., in seguito all'*adattamento* alle loro speciali condizioni di esistenza si sono più o meno allontanati dal tipo dei loro primitivi gruppi stipiti. Ma con altrettanta certezza noi dobbiamo ammettere che essi abbiano conservato per eredità fino ai nostri giorni importanti tratti fondamentali della loro tipica organizzazione.

VENTIQUATTRESIMA TABELLA

Serie dei progenitori del genere umano

(M N = *Limite fra i progenitori invertebrati e quelli vertebrati*).

PERIODI geologici	CINQUE SERIE dei nostri progenitori	25 GRADI PRIMARII della serie degli antenati animali dell'uomo		PIÙ PROSSIMI CONGIUNTI viventi di questi antenati
EPOCA PRIMORDIALE — PERIODI ARCHEOZOICI — A. LAURENZIANO B. CAMBRIANO C. SILURIANO —	**I. Serie Antenati del gruppo dei protozoi (Protozoa)**	1. Monere	**Monera**	1. *Bacteria*
		2. Protozoi unicellulari	**Amoebina**	2. *Amoeba*
		3. Protozoi a cenobii	**Moraeades**	3. I. *Morula* II. *Polycyttaria*
		4. Sfere cave. . . .	**Blastaeades**	4. I. *Volvox* II. *Magosphaera*
	II. Serie Antenati del gruppo dei metazoi invertebrati (Evertebrata)	5. Gastreadi	**Gastraeades**	5. I. *Physemaria* II. *Olynthus, Hydra*
		6. Platodi.	**Platodes**	6. *Rhabdocoela* 7. I. *Gastrotricha* II. *Nemertina*
		7. Vermi veri . . .	**Helminthes**	
		8. Enteropneusti. .	**Enteropneusta**	8. *Balanoglossus*
		9. Procordati. . . .	**Prochordonia**	9. I. *Copelata* II. *Larve di Ascidie*
M				N
PERIODO SILURIANO	**III. Serie Antenati del gruppo dei vertebrati inferiori (Ichtyopsida)**	10. Acranii	**Acrania**	10. *Amphioxus*
		11. Ciclostomi. . . .	**Cyclostoma**	11. I. *Myxinoides* II. *Petromyzontes*
PERIODO DEVONIANO		12. Selaci	**Selachii**	12. *Squali*
		13. Ganoidi	**Ganoides**	13. *Sturiones*
		14. Dipnoi	**Dipneusta**	14. I. *Ceratodus* II. *Protopterus*
PERIODO CARBONIFERO	**IV. Serie Antenati del gruppo degli anfibii e rettili**	15. Perennibranchi .	**Stegocephala**	15. I. *Proteus* II. *Siren* (*Perennibranchia*)
PERIODO PERMIANO		16. Urodeli	**Urodela**	16. *Salamandrina*
		17. Protamnioti . . .	**Proreptilia**	17. *Hatteria*
		18. Mammalo-rettili.	**Theromora**	18. *Lacertilia*
MESOZOA A. TRIASICO B. GIURASSICO C. CRETACEO		19. Promammali . . (Prototerii).	**Promammalia**	19. I. *Echidna* II. *Ornithorhynchus*
	V. Serie Antenati del gruppo dei mammiferi (Mammalia)	20. Marsupiali. . . .	**Marsupialia**	20. *Didelphys*
EPOCA TERZIARIA		21. Proscimmie . . .	**Prosimiae**	21. *Stenops*
		22. Scimmie caudate	**Simiae**	22. I. *Platyrrhinae* II. *Catarrhinae*
		23. Scimmie antropoidi.	**Anthropoides**	23. I. *Hylobates* II. *Orang*
EPOCA QUATERNARIA		24. Uomini pitecoidi	**Alali**	24. *Gorilla*
		25. Uomini parlanti.	**Homines**	25. *Australiano*

VENTUNESIMA CONFERENZA

I nostri antenati pisciformi.

« La fantasia è un dono indispensabile, poichè è per essa che vengono fatte nuove combinazioni che conducono ad importanti scoperte. È necessaria al naturalista un'armonica cooperazione della ragione che isola e della fantasia che allarga e si studia di generalizzare. Se si altera questo equilibrio il naturalista vien trascinato dall'immaginazione a vane fantasticherie, mentre da questo dono il naturalista dotato di sufficiente forza intellettiva viene condotto alle più importanti scoperte.

GIOVANNI MÜLLER (1834).

Sistema filogenetico dei vertebrati. — Acranii e cranioti.
Ciclostomi e gnatostomi. — Serie degli antenati appartenenti ai pesci: pesci primitivi o selaci, pesci smaltati o ganoidi, pesci-salamandre o dipneusti.

Contenuto della ventunesima Conferenza.

Archivii filogenetici dei vertebrati. — Sistema filogenetico dei vertebrati: otto classi. — Acranii e cranioti. — Ciclostomi e gnatostomi. — Posizione intermedia dei ciclostomi fra gli acranii ed i gnatostomi. — Importanti differenze dei ciclostomi dai pesci. — Cranioti primitivi: archicranii. — Le proprietà caratteristiche dei gnatostomi od anfirrini: l'apparato degli archi branchiali cogli archi mascellari, le narici pari, la vescica natatoria, le due paia di gambe. — Relazione di parentela fra i tre gruppi di pesci: selaci, ganoidi e teleostei. — Proselaci, pleuracantidi. — Crossopterigi. — Principio della vita terragnola sulla terra. — Trasformazione della vescica natatoria nei polmoni. — Posizione intermedia dei dipneusti fra i selaci e gli anfibii. — Dipneusti paleozoici: ctenodipterini. — Dipneusti mesozoici: ceratodini. — I tre dipneusti tuttora viventi (*Protopterus, Lepidosiren, Ceratodus*).

Bibliografia.

Johannes Müller, *Vergleichende Anatomie der Myxinoiden*, 1835-1845.

Carl Gegenbaur, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1864-1882.

Max Schultze, *Die Entwickelungsgeschichte von Petromyzon Planeri*, 1856.

Paul Langerhans, *Untersuchungen über Petromyzon Planeri*, 1874.

Francis Balfour, *A Monograph on the Developement of Elasmobranch Fishes*, 1873.

Carl Hasse, *Das natürliche System der Elasmobranchier*, 1879.

Johannes Müller, *Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden*, 1846.

Thomas Huxley, *Preliminary Essay upon the systematic Arrangement of the Fishes of the Devonian Epoch*, 1861. *Mem. Geol. Survey Un. Kingdom.*

Th. Bischoff, *Lepidosiren paradoxa, anatomisch untersucht und beschrieben*, 1840.

Albert Günther, *Ceratodus und seine Stelle im System*, 1871 (*Arch. f. Naturg.*, vol. XXXVII).

Carl Zittel, *Paläozoologie*, 1887, vol. III (*Paläontologie der Fische*).

Gustav Steinmann und Ludwig Döderlein, *Elemente der Paläontologie; X. Vertebrata*, 1887.

XXI.

Signori!

Il nostro còmpito filogenetico di ricercare nell'enorme numero delle forme animali conosciute gli estinti progenitori del genere umano urta nelle varie sezioni della nostra filogenesi contro a diversissime difficoltà. Queste erano molto grandi nella serie dei nostri antenati elmintoidi; esse sono molto minori nella serie che ora segue dei *progenitori vertebrati*. Infatti entro al tipo dei vertebrati regna, come ce ne siamo già convinti, una così compiuta concordanza nel tipo di struttura e nello sviluppo embrionale che noi non possiamo mettere in dubbio la sua unità filogenetica. Inoltre le fonti a cui attingere la storia del tipo scorrono qui molto più limpide ed abbondanti.

Quanto importante sia qui sopratutto l'*ontogenesi comparata dei vertebrati* e come da essa coll'aiuto della legge biogenetica fondamentale noi possiamo trarre le più importanti conclusioni riguardo alla loro filogenesi, di ciò voi ne sarete già convinti. Vicino ad essa però anche le ricche fonti della *paleontologia* e dell'*anatomia comparata* che completano la prima, hanno per noi inapprezzabile valore e d'ora in poi costituiscono, entro i limiti della genealogia dei vertebrati, le nostre più sicure guide. Grazie alle classiche ricerche di Giorgio Cuvier, Gioanni Müller, Federico Meckel, Riccardo Owen, Tomaso Huxley, Carlo Gegenbaur, Max Fürbringer ed altri, noi fin d'ora in questa importante sezione della nostra filogenesi disponiamo di così estesi ed istruttivi *documenti morfologici sulla creazione* che ci è possibile stabilire con soddisfacente sicurezza almeno i più importanti tratti fondamentali della serie evolutiva dei nostri progenitori vertebrati.

Le particolarità caratteristiche per cui tutti i vertebrati si distinguono da tutti gli invertebrati sono già state da noi apprezzate quando abbiamo ricercata la struttura corporea del provertebrato ideale (nella XI confer., figg. 95-99). Fra tutti gli altri caratteri apparvero in prima linea: 1° lo svilupparsi del cervello primitivo per formare un tubo midollare dorsale; 2° lo svilupparsi di una corda dorsale tra il tubo nerveo e il tubo intestinale; 3° il differenziamento del tubo intestinale in un anteriore intestino branchiale ed un posteriore intestino epatico; 4° l'interna articolazione o metameria. I primi tre caratteri i vertebrati li condividono ancora colle larve di ascidie e coi procordonii, il quarto è proprio di essi soli. Per tal modo il più importante progresso strutturale pel quale le più antiche forme di vertebrati si differenziano dagli affinissimi cordati inarticolati consistette nell'acquisto dell'*interna articolazione o metameria*. Questa cominciò dapprima collo scindersi delle tasche celomiche pari in una doppia serie di somiti o segmenti primitivi. Dalle metà dorsali (episomiti) di questi nacquero le serie delle tasche muscolari, dalle loro metà ventrali (iposomiti) le serie delle tasche sessuali. Solo più tardi l'interna metameria o vertebrazione si manifestò nettamente anche nello scheletro, nel sistema nerveo e nel sistema dei vasi sanguigni.

L'intendimento dei rapporti filogenetici dei vertebrati viene molto facilitato dalla classificazione naturale di questo tipo che io ho proposta per la prima volta nella mia *Morfologia generale* (1866) e che più tardi ho notevolmente migliorato nella mia *Storia della creazione naturale* (cfr. la 8ª ediz., trad. ital., XXIV conferenza). Secondo essa poi tra i vertebrati tuttora viventi dobbiamo dapprima distinguere le seguenti 8 classi:

Specchio sistematico delle otto classi di Vertebrati.

A. **Acrania** (senza cranio)			1. *Leptocardia*	1. Leptocardi
B. **Craniota** (con cranio)	a) **Cyclostoma** (ciclostomi)		2. *Monorhina*	2. Monorrini
	b) **Gnathostoma** (gnatostomi) od anfirrini	I. **Anamnia** (senz'amnio)	3. *Pisces*	3. Pesci
			4. *Dipneusta*	4. Dipnoi
			5. *Amphibia*	5. Anfibii
		II. **Amniota** (con amnio)	6. *Reptilia*	6. Rettili
			7. *Aves*	7. Uccelli
			8. *Mammalia*	8. Mammiferi

L'intero tipo dei vertebrati si divide dapprima nelle due sezioni primarie degli acranii e dei cranioti. Della sezione più bassa degli *acranii* (*acrania*) non vive più oggidì che l'*Amphioxus*. Alla sezione più recente ed elevata dei *cranioti* (*craniota*) appartengono tutti gli altri vertebrati viventi sino all'uomo. I cranioti discendono direttamente dagli acranii come questi dai procordati. L'esteso esame che noi abbiam fatto dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi dell'*Amphioxus* e dell'ascidia ci ha già convinti di questo fatto importante (cfr. le confer. XVI e XVII come pure le tav. X ed XI e la loro spiegazione). Qui voglio solo rilevare ancora una volta il fatto capitale che l'*Amphioxus* si sviluppa dall'uovo affatto allo stesso modo come l'ascidia. In entrambi si forma per la stessa via dalla semplice cellula stipite (*cytula*) una sferica *blastula* la quale per invaginazione si trasforma nella caliciforme *gastrula*. Da questa si produce quella notevole forma larvale che noi abbiamo chiamato *chordula* nella quale si sviluppa al lato dorsale del tubo intestinale un tubo midollare e fra i due tubi una corda dorsale. Più tardi si differenzia poi il tubo intestinale (tanto nell'ascidia come nell'*Amphioxus*) nell'anteriore intestino branchiale e nel posteriore intestino epatico. Seguendo la legge biogenetica fondamentale noi abbiamo potuto utilizzare direttamente questi fatti fondamentali per la nostra filogenesi: l'*Amphioxus*, l'infima forma di vertebrati, e l'ascidia, la più prossima forma di invertebrati, discendono entrambi da una medesima forma stipite estinta, la quale essenzialmente dovette possedere la struttura della cordula.

Ma l'importanza fondamentale dell'*Amphioxus* non sta solo nel fatto che esso colma la profonda lacuna che sta fra i vertebrati e gli invertebrati, ma anche in ciò che esso ci riporta ancora davanti agli occhi nella sua forma più semplice il vertebrato tipico. Noi gli dobbiamo le più importanti basi dirette per comprendere il graduato sviluppo storico dell'intero tipo. Se la struttura corporea e l'embriologia di questo inapprezzabile provertebrato ci fossero sconosciute, tutto l'intendimento dell'antica evoluzione del tipo dei vertebrati e con esso anche di quella del nostro genere umano sarebbe avvolto da un fitto velo. Solo l'esatta conoscenza anatomica ed ontogenetica dell'*Amphioxus* che noi abbiamo acquistata nell'ultimo decennio, ha diradato quel fitto velo un dì reputato impenetrabile. Se voi paragonate questo acranio primordiale

coll'uomo sviluppato o con qualsiasi altro vertebrato superiore vi apparirà una quantità di spiccate differenze. L'*Amphioxus*, come sapete, non ha ancora un capo differenziato, nè un cervello sviluppato, nè cranio, nè mandibole, nè estremità; così pure manca ad esso un cuore centralizzato, sviluppato fegato e reni, una colonna vertebrale articolata; tutti i singoli organi appaiono formati in modo molto più semplice e primitivo che nei vertebrati superiori e nell'uomo (cfr. la tabella XVI, pag. 297). E tuttavia, malgrado queste molteplici aberrazioni dalla struttura dei rimanenti vertebrati, l'*Amphioxus* è un vero, un indiscutibile vertebrato, e quando noi, invece dell'uomo sviluppato, paragoniamo coll'*Amphioxus* l'embrione umano in uno stadio immaturo di sviluppo noi troviamo fra i due, in tutti i rapporti essenziali, una mirabile concordanza (cfr. la XV tabella, pag. 296). Questa significantissima concordanza ci autorizza a concludere che tutti i cranioti discendono da un antichissimo stipite comune il quale era essenzialmente conformato come l'*Amphioxus*. Questo stipite, il più antico « *provertebrato* » (*Prospondylus*, pagg. 95-99) possedeva già i caratteri del vertebrato. e tuttavia gli mancavano ancora tutte le importanti particolarità che distinguono i craniati dagli acranii. Se anche l'*Amphioxus* sotto varii rapporti appare peculiarmente organizzato e variamente degenerato, se anche esso non può venir considerato come un discendente invariato di quel provertebrato, tuttavia esso dovrà pur averne ereditato i caratteri decisivi già citati. Noi non dobbiamo dunque dire: « *L'Amphioxus è il progenitore dei vertebrati* ». Ben però possiamo dire: Fra tutti gli animali noti « l'*Amphioxus* è il più prossimo congiunto di questo progenitore », esso appartiene con lui alla stessa famiglia ristretta, a quella infima classe di vertebrati che noi chiamiamo degli *acranii* (*acrania*). Nel nostro albero genealogico umano questo gruppo stipite forma il decimo grado primario della nostra serie di progenitori, il primo grado dei progenitori vertebrati (pag. 378). Da questo gruppo degli acranii si è svolto da una parte il moderno *Amphioxus*, dall'altro la forma stipite dei cranioti.

L'estesa sezione primaria dei *cranioti* (*craniota*) comprende tutti i vertebrati conosciuti fatta unica eccezione dell'*Amphioxus*. Tutti questi cranioti hanno un capo distinto intimamente differenziato dal tronco, e quel capo contiene un cranio nel quale è racchiuso un cervello. Questo capo porta in pari tempo tre paia di organi superiori di senso (narice, occhio ed orecchio). Il cervello non appare dapprima che in forma molto semplice, come un rigonfiamento anteriore vescicolare del tubo midollare (tav. XI, fig. 16, m_1). Presto però esso si scinde per più costrizioni trasverse, dapprima in tre, poi in cinque ampolle cerebrali giacenti le une dietro alle altre (fig. 311). In questo svilupparsi del capo, cranio e cervello, e nel perfezionarsi degli organi superiori di senso sta il progresso più essenziale che le forme stipiti dei cranioti abbiano fatto sugli acranii loro predecessori. Inoltre però anche altri organi raggiunsero di buon'ora un grado superiore di sviluppo: apparve un compatto cuore centralizzato con valvole, fegato e reni più perfetti; anche in parecchi altri rapporti si ebbero notevoli progressi.

Fra i cranioti noi possiamo ancora distinguere dapprima due sezioni principali, i *ciclostomi* (*cyclostoma*) ed i *gnatostomi* (*gnatostoma*). Dei primi non vivono più oggidì che poche forme; queste però hanno grande interesse perchè pel complesso della loro organizzazione stanno nel mezzo tra gli acranii ed i gnatostomi. Essi hanno struttura molto superiore a quella degli acranii, molto inferiore a quella dei pesci e per tal guisa ci presentano un opportunissimo anello di congiunzione tra le due sezioni,

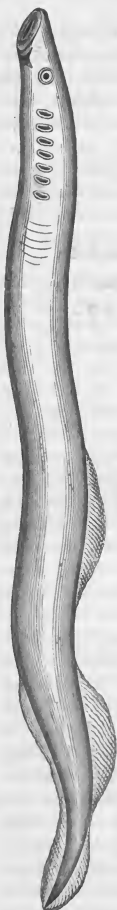


Fig. 251.
La gran lampreda di mare (*Petromyzon marinus*) molto rimpicciolita. Di dietro all'occhio si vede a sinistra la serie delle sette fessure branchiali.

Noi dobbiamo dunque considerarli come uno speciale gruppo intermedio, come un decimo grado della nostra serie degli antenati umani.

Le poche specie della classe dei ciclostomi le quali vivono ancora oggidì si distribuiscono in *due* differenti ordini che sono chiamati mixine e lamprede. Le *mixine* o pesci mucosi (*myxinoides*) hanno corpo allungato, cilindrico, vermiforme. Esse sono annoverate dal Linneo fra i vermi, da altri zoologi più tardi ora fra i pesci, ora fra gli anfibi, ora fra i molluschi. I mixinoidi vivono in mare per solito parassiti di pesci nella cui pelle essi si addentrano mediante la loro tonda bocca succiatrice e la loro lingua armata di denti cornei. Talora si trovano viventi nella cavità celomica dei pesci (per esempio del merluzzo e dello storione); essi sono allora penetrati nella loro migrazione attraverso l'integumento dei pesci fin nell'interno. Il secondo ordine, le *lamprede* (*petromyzontes*) comprende le sole lamprede che allo stato marinato saran conosciute a voi tutti: la lampreda minore di fiume (*Petromyzon fluviatilis*) e la grossa lampreda di mare (*Petromyzon marinus*, fig. 251). Anche le lamprede hanno, come le mixine, una bocca rotonda atta al succhiare la quale internamente porta denti cornei, e così aderiscono a pesci, pietre ed altri oggetti (da qui il nome di *Petromyzon*, succhiapietre). Pare che questa abitudine del succhiare fosse molto sparsa fra gli antichi vertebrati; anche larve di molti ganoidi e delle rane posseggono dei dischi succiatori in prossimità della bocca.

Si designa la classe formata dai due gruppi dei mixinoidi e dei petromizonti col nome di *ciclostomi* (*cyclostoma*), perchè la bocca forma un'apertura circolare o semicircolare. Le mandibole (mandibola superiore e mandibola inferiore), di cui sono muniti tutti i vertebrati superiori, ai ciclostomi mancano interamente come all'*Amphioxus*. Tutti gli altri vertebrati come *gnatostomi* o mandibolati (*gnathostoma*) si contrappongono dunque ad essi. Si possono anche designare i ciclostomi col nome di *monorrini* (*monorhina*, dalla narice impari) perchè essi hanno una sola apertura nasale impari, mentre tutti i gnatostomi sono provvisti di un paio di narici, una destra ed una sinistra (*anfirrini*, *amphirhina*, della doppia narice). Ma anche astraendo da queste particolarità i ciclostomi si distinguono per altre strane disposizioni di struttura e sono molto più lontani dai pesci che non questi dall'uomo. Noi dobbiamo dunque manifestamente considerarli come ultimi superstiti d'una classe antichissima e molto bassa di vertebrati che era ben lungi dall'aver raggiunto la elevatezza organica di un vero pesce genuino. Per non citar qui che ciò che v'ha di più importante, manca ancora ai ciclostomi qualsiasi traccia di estremità pari. La loro pelle mucosa è interamente nuda e liscia, senza scaglie. Manca al tutto un'impalcatura ossea. L'interno scheletro assile è ancora una semplice corda senza articolazione come nell'*Amphioxus*. Solamente si mostra già nei petromizonti un primo inizio di articolazione pel fatto che nell'invoglio del tubo midollare partente dalla guaina della corda appaiono degli archi superiori.

All'estremità anteriore della corda si sviluppa un cranio di semplicissima natura: dalla guaina della corda nasce qui una piccola capsula craniana membranacea parzialmente tramutantesi in cartilagine, la quale racchiude il cervello. L'importante apparato degli archi branchiali, dell'ioide, ecc., che dai pesci si ereditano su fino all'uomo, ai ciclostomi manca ancora interamente. Essi hanno per vero un'impalcatura branchiale cartilaginea collocata superficialmente, ma questa ha tutt'altro significato morfologico.

Il cervello non appare nei ciclostomi che come un molto piccolo e relativamente insignificante rigonfiamento del midollo spinale dapprima a forma di semplice vescica (tav. XI, fig. 16, m_1). Più tardi questa si divide in cinque ampolle cerebrali collocate le une dietro alle altre come avviene pel cervello dei gnatostomi. Queste cinque semplici ampolle cerebrali primitive che negli embrioni di tutti i vertebrati superiori si ripresentano regolarmente, dai pesci su fino all'uomo, e che si trasformano in strutture molto complicate, rimangono nei ciclostomi in uno stato di evoluzione molto indifferente e basso. Anche la struttura istologica elementare del sistema nerveo è più imperfetta che nei rimanenti vertebrati. Mentre in questi l'apparato uditivo contiene sempre tre canali semicircolari, i petromizonti non ne hanno che due ed i mixinoidi un solo. Anche nel più degli altri punti l'organizzazione dei ciclostomi è ancora più semplice ed imperfetta, così è per es. per la struttura del cuore, per la circolazione e pei reni. Certamente anche qui, come nell'*Amphioxus*, la sezione anteriore del canal digerente dà origine alle branchie respiratorie. Ma questi organi di respirazione si sviluppano qui in modo affatto peculiare, cioè in forma di 6-8 paia di borse o sacculi che giaciono ai due lati dell'intestino anteriore e sboccano per interne aperture nella faringe e per aperture esterne alla superficie del corpo. È questo uno sviluppo affatto particolare degli organi respiratorii, il quale è affatto caratteristico per questa classe animale. Perciò essa è anche stata chiamata dei *marsipobranchi* o dalle branchie a marsupio (*marsipobranchia*). È ancora da rilevarsi specialmente la mancanza di un organo molto importante che noi incontriamo nei pesci, cioè la vescica natatoria dalla quale nei vertebrati superiori si è svolto il polmone.

Come nei ciclostomi il complesso della loro struttura corporea presenta molteplici particolarità, così fa anche la loro embriologia. Particolare è già la loro segmentazione ineguale che si rannoda sopratutto a quella degli anfibi (fig. 40, pag. 135). Si forma poi una gastrula a berretto come negli anfibi (tav. II, fig. 11). Da questa nasce una forma larvale di semplicissima organizzazione la quale si rannoda affatto strettamente all'*Amphioxus* e che perciò abbiamo già precedentemente considerata paragonandola con quest'ultimo (pag. 293 e tav. XI, fig. 16). Il graduato sviluppo embrionale di questa larva dei ciclostomi ci spiega con molta chiarezza ed evidenza il graduale sviluppo filogenetico dei cranioti dagli acranii. Più tardi da questa semplice larva di *Petromyzon* vien fuori una forma larvale cieca e priva di denti la quale differisce tanto dalla lampreda adulta che fino all'anno 1856 era generalmente descritta come un genere particolare di pesci sotto il nome di *Ammocoetes*. Non è che per una successiva metamorfosi che quest'*Ammocoetes* cieco e privo di denti si trasforma nella lampreda (*Petromyzon*) munita di occhi e di denti (147).

Se noi mettiamo insieme tutte queste particolarità della struttura corporea e dell'embriologia dei ciclostomi noi possiamo enunciare la seguente proposizione: Dai più antichi animali con cranio o cranioti che noi designiamo col nome di *cranioti primitivi* (*archicrania*), si sono prodotte due linee divergenti. L'una di queste linee in forma variamente modificata ci è conservata anche oggidì ed è quella dei ciclostomi o

monorrini, linea laterale poco progredita, rimasta ad un basso livello ed in parte degenerata per regresso. L'altra linea, la linea principale del tipo dei vertebrati, si proseguì direttamente fino ai pesci e per nuovi adattamenti acquistò una quantità di importanti perfezionamenti.

Per apprezzare giustamente l'importanza filogenetica di tali interessanti residui di antichissimi gruppi animali quali sono i ciclostomi, è necessario scrutare criticamente collo scalpello filosofico dell'anatomia comparata le loro molteplici singolarità. Si deve sopratutto ben distinguere da una parte quei caratteri *ereditarii* che per *eredità* da comuni antichissimi progenitori estinti si sono conservati fedelmente sino ai nostri giorni, e dall'altra quegli speciali caratteri *adattativi* che i superstiti ancor oggi viventi di quegli antichissimi gruppi non hanno acquistato che secondariamente per *adattamento*. A questi ultimi appartengono per es. nei ciclostomi le particolari strutture della narice impari e della tonda bocca succiatrice come pure la speciale struttura della pelle esterna e delle branchie a marsupio. Per contro a quei primi caratteri che soli dal punto di vista filogenetico hanno importanza appartengono la conformazione primitiva della corda e del cervello, la peculiare struttura dei muscoli e dei nervi, la mancanza di vescica natatoria, di mascelle e di estremità, ecc. Questi sono caratteri tipici degli estinti archicranii, di questi antichissimi ciclostomi che noi consideriamo come stipiti comuni di tutti i cranioti.

I ciclostomi nel sistema zoologico vengono generalmente annoverati fra i pesci, ma quanto ciò sia errato si vede già considerando che per tutte le particolarità importanti e distintive di organizzazione i ciclostomi sono più lontani dai pesci che non i pesci dai mammiferi e dall'uomo. Coi pesci comincia la gran divisione primaria dei *vertebrati con mascelle* o con *narice pari* (*gnatostomi* od *anfirrini*). Ora dunque noi dobbiamo dapprima partire dai pesci, da quella classe di vertebrati che secondo le testimonianze della paleontologia, dell'anatomia ed ontogenesi comparate deve essere considerata con assoluta certezza come la classe-stipite di tutti i vertebrati superiori. Ma con altrettanta certezza noi dobbiamo derivare da una comune forma-stipite pisciforme estinta tutti i vertebrati dei pesci su fino all'uomo, che noi consideriamo sotto il nome di gnatostomi. Se avessimo vivente davanti ai nostri occhi quest'estinta antichissima forma-stipite noi senza dubbio la considereremmo come un *pesce* e la porremmo sistematicamente nella classe dei pesci. Fortunatamente appunto l'anatomia comparata e la sistematica dei pesci sono ora così progredite che queste cose fondamentali e per la nostra filogenesi così interessanti ci appaiono molto chiaramente.

Per intendere esattamente la genealogia del genere umano entro i limiti del tipo dei vertebrati è di grande importanza tener ben presente i caratteri essenziali che distinguono i pesci e tutti gli altri gnatostomi dai ciclostomi ed acranii. Appunto riguardo a questi caratteri decisivi i pesci concordano con tutti gli altri gnatostomi sino all'uomo, ed appunto su ciò noi fondiamo l'affermazione della nostra parentela coi pesci (cfr. la XVI tabella, pag. 297). Fra questi caratteri sistematico-anatomici di massima importanza devono sopratutto essere notati i seguenti caratteri dei gnatostomi: 1° L'interno apparato degli archi branchiali cogli archi mascellari; 2° le narici pari; 3° la vescica natatoria o polmone; 4° le due paia di estremità.

Importantissimo poi l'intero gruppo dei gnatostomi e sopratutto la speciale formazione dell'*impalcatura degli archi branchiali* e dell'apparato mascellare che le è connesso. Gli inizii di essi si ereditano in tutti i gnatostomi colla massima tenacia, dai pesci più antichi su fino all'uomo. Certamente l'antichissima trasformazione dell'intestino

anteriore in intestino branchiale la quale si trova già nelle ascidie è da ricondursi in tutti i vertebrati allo stesso semplice fondamento; affatto caratteristiche sotto questo rispetto sono le fessure branchiali che in tutti i vertebrati ed anche nelle ascidie traforano le pareti dell'intestino branchiale. Ma l'impalcatura branchiale *esterna*, collocata superficialmente, la quale nei ciclostomi sorregge la gabbia branchiale, in tutti i gnatostomi viene sostituita da un'impalcatura branchiale *interna* che appare al posto della prima. Essa risulta di una quantità di *archi* cartilaginosi collocati l'uno dietro l'altro, i quali giaciono internamente nella parete faringea fra le fessure branchiali e circondano dai due lati la faringe a mo' di anello. In origine gli abbozzi di questi archi branchiali sono segmentali e provengono da iposomiti (*branchiomeria*). Il paio anteriore di archi branchiali si foggia ad *arco mandibolare* dal quale sono nate le nostre mascelle superiore ed inferiore.

Gli apparati olfattivi in tutti i gnatostomi sono primitivamente abbozzati nella stessa forma, come un paio di fosse tegumentali del capo anteriore, al disopra dell'apertura boccale; perciò si può anche dare a questo gruppo il nome di *anfirrini* (*amphirhina*, dalla narice pari). Ad essi si contrappongono i *monorrini* (*monorhina*, dalla narice impari); il loro organo olfattivo ha esternamente un semplice tubo collocato nella linea mediana della superficie frontale. Poichè però i nervi olfattivi qui come colà sono pari, noi dobbiamo conchiudere che la peculiare conformazione nasale dei moderni ciclostomi non è stata acquistata che secondariamente (per adattamento alle abitudini succiatorie).

Un terzo carattere essenziale di tutti i gnatostomi, pel quale essi si distinguono molto notevolmente dai vertebrati inferiori sinora considerati è la formazione di un sacco cieco che si evagina dalla parte anteriore del canal digerente e che, dapprima, nei pesci, si foggia a vescica natatoria ripiena di aria (tav. V, fig. 13, *lu*). Questo organo per lo stato più o meno compresso dall'aria che contiene o per la mutevole quantità di questo contenuto può dare al pesce un maggiore o minor peso specifico e così serve come apparato idrostatico. Per mezzo di esso il pesce può salire o discendere nell'acqua. Questa *vescica natatoria* è l'organo dal quale si è svolto il *polmone* dei vertebrati superiori.

Finalmente noi troviamo quale quarto carattere principale dei gnatostomi nel primitivo abbozzo embrionale due *paia di estremità* od arti; un paio di zampe anteriori che nei pesci sono chiamate pinne pettorali (fig. 254, *v*) ed un paio di zampe posteriori che nei pesci vengono chiamate pinne ventrali (fig. 254, *h*). Appunto l'anatomia comparata di queste pinne ha la massima importanza perchè esse contengono già il fondamento di tutte quelle parti scheletriche che nei vertebrati superiori fino all'uomo formano l'impalcatura delle estremità degli arti anteriori e posteriori. Per contro negli acranii e nei ciclostomi di queste due paia di estremità non v'è ancora alcuna traccia.

Se ora noi ci disponiamo ad esaminare più da vicino la *classe dei pesci*, noi possiamo anzitutto dividerla in tre gruppi principali o sottoclassi, la cui genealogia ci appare perfettamente chiara. Il primo e più antico gruppo è la sottoclasse dei *selaci* o pesci primitivi dei quali sono conosciutissimi fra i viventi gli ordini così ricchi degli squali e delle razze (figg. 252-256). A questi si rannoda in secondo luogo la sottoclasse, più elevata, dei *ganoidi* o pesci a smalto (figg. 257-259). Essa in massima parte è da gran tempo estinta e non ne conosciamo più che pochissimi rappresentanti viventi, per es. lo storione ed il lepidosteo; per contro noi possiamo giudicare della

prisca ricchezza di forme di questo interessante gruppo dalla gran quantità di fossili che ce ne son conservati. Da questi ganoidi si è in terzo luogo sviluppata la sottoclasse dei *teleostei* o pesci ossei, alla quale appartiene la gran maggioranza di tutti i pesci viventi (segnatamente quasi tutti i nostri pesci d'acqua dolce). Ora l'ontogenesi e l'anatomia comparata ci mostrano chiarissimamente che i ganoidi si sono svolti dai selaci come i teleostei dai ganoidi. D'altra parte però dai più antichi ganoidi si è svolta un'altra linea laterale o piuttosto l'ulteriormente progredita linea primaria del tipo dei vertebrati che pel gruppo dei dipneusti ci conduce all'importantissima divisione degli anfibii.

Fig. 252. — Pesce primitivo fossile permiano (*Pleuracanthus Dechenii*) dal Rothliegende di Saarbrücken. Da Döderlein.

I. *Cranio e scheletro branchiale:* *o*) Regione oculare; *pq*) Palatoquadratum; *md*) Mandibola inferiore; *hm*) Hyomandibolare; *hy*) Ioide; *k*) Raggi branchiali; *kh*) Archi branchiali; *z*) Denti mascellari; *sz*) Denti faringei: *st*) Aculeo nucale. — II. *Colonna vertebrale:* *ob*) Archi superiori; *ub*) Archi inferiori; *hc*) Intercentra; *r*) Coste. — III. *Pinne impari:* *d*) Pinna dorsale; *c*) Pinna caudale (l'estremità della coda manca); *an*) Pinna anale; *ft*) Sostegni dei raggi delle pinne. — IV. *Pinna pettorale:* *sg*) Cingolo scapolare; *ax*) Asse della pinna; *ss*) Raggi biseriati; *bs*) Raggi accessorii; *sch*) Scaglie. — V. *Pinna ventrale:* *p*) Bacino; *ax'*) Asse della pinna; *ss*) Raggi uniseriati; *bs'*) Raggi accessorii; *sch*) Scaglie; *cop*) Pene (organo copulatore maschile).

Quest'importante parentela dei tre gruppi di pesci dopo le relative ricerche di Carlo Gegenbaur non può più essere dubbia. Il luminoso saggio sulla « posizione sistematica dei selaci » che egli ha inserito nell'introduzione alle sue classiche ricerche sopra « lo scheletro craniale dei selaci » deve essere considerato come il definitivo stabilimento di quell'importantissima parentela (148). Solo nei pesci primitivi o selaci le scaglie (appendici cutanee) ed i denti (appendici mascellari) hanno ancora affatto la stessa struttura mentre queste formazioni negli altri due gruppi di pesci (ganoidi e teleostei) sono già differenziate e variamente svolte. Così pure lo scheletro cartilagineo (tanto la colonna vertebrale ed il cranio, come anche gli arti) si trova nei selaci in quella forma semplicissima e primitiva dalla quale sola può essere derivata la più perfetta struttura dello scheletro osseo dei ganoidi e teleostei. Anche l'apparato branchiale di questi ultimi è più fortemente differenziato che quello dei primi, così pure il cervello. In alcuni importanti rapporti, sopratutto nella natura del cuore e del canale intestinale, i ganoidi coincidono coi selaci e si distinguono dai teleostei. Da un esame comparativo di tutte le disposizioni anatomiche appare indubbiamente che i ganoidi costituiscono un gruppo di passaggio tra i selaci ed i teleostei da una parte e fra i primi ed i dipnoi dall'altra.

I più antichi resti pietrificati di vertebrati che noi conosciamo sono stati trovati nel siluriano superiore (pag. 335) ed appartengono a due diversi gruppi di pesci:

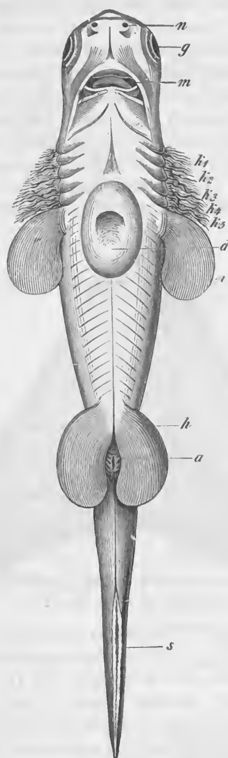


Fig. 253.
Embrione d'uno squalo (*Scymnus lichia*), visto dal lato ventrale.
v) Pinne pettorali (davanti ad esse cinque paia di fessure branchiali); *h*) Pinne ventrali; *a*) Apertura anale; *s*) Pinna caudale; *k*) Ciuffi branchiali esterni; *d*) Sacco vitellino (in gran parte tolto via); *g*) Occhio; *n*) Narice; *m*) Fessura boccale.

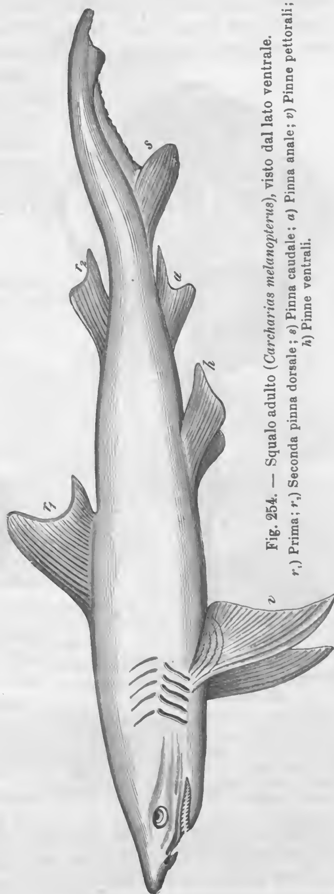


Fig. 254. — Squalo adulto (*Carcharias melanopterus*), visto dal lato ventrale.
r_1) Prima; r_2) Seconda pinna dorsale; *s*) Pinna caudale; *a*) Pinna anale; *v*) Pinne pettorali; *h*) Pinne ventrali.

a selaci e ganoidi. I più primitivi di tutti i rappresentanti conosciuti dei più vecchi « pesci primitivi » sono probabilmente i notevoli *pleuracantidi*, i generi *Pleuracanthus*, *Xenacanthus*, *Orthacanthus* ed altri (fig. 252). Questi antichissimi pesci cartilaginosi corrispondono nel più dei caratteri della struttura corporea coi veri

selaci (figg. 253, 254); ma per altri rispetti essi appaiono ancora costrutti più semplicemente, cosicchè parecchi paleontologi (Doederlein) li separarono affatto dagli altri considerandoli come veri *proselaci;* verosimilmente essi sono affinissimi agli estinti stipiti di tutti i gnatostomi. Resti perfettamente conservati di essi si trovano sopratutto nel sistema permiano. Impronte benissimo conservate di altri selaci si trovano sopratutto negli schisti litografici giurassici, così per esempio di pesce-angelo (*Squatina*, fig. 255). Ma dei più recenti selaci estinti dell'epoca terziaria se ne trovavano dei giganti che in mole sorpassavano di più del doppio i più grandi pesci viventi; il *Carcharodon* raggiungeva oltre a 100 piedi di lunghezza; l'unica specie vivente di questo genere (C. Rondeleti) vien lunga 10 m. ed ha denti lunghi 5-6 cm.; fra le specie fossili di esso si trovano però denti alti 15 cm. (fig. 256).

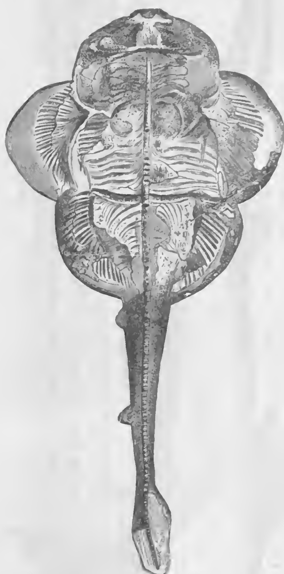


Fig. 255. — Pesce-angelo fossile (*Squatina alifera*) dal giurassico superiore di Eichstätt. Da Zittel.

Anteriormente nel largo capo è nettamente visibile il cartilagineo cranio primitivo, dietro ad esso gli archi branchiali. L'ampia pinna pettorale e la più stretta pinna ventrale mostrano numerosi raggi; fra questi e la colonna vertebrale stanno numerose coste.



Fig. 256.
Dente d'uno squalo gigantesco (*Carcharodon megalodon*), dal pliocene di Malta. Da Zittel.

Dai pesci primitivi o selaci, i più antichi gnatostomi, si produsse dapprima, come secondo grande gruppo di questi, la legione dei *ganoidi* (*ganoides*). Di questa divisione interessante e ricca di forme non vivono più oggidì che pochissimi generi, gli antichissimi *storioni* (*Accipenser*, storione, sterleto, ecc.) di cui consumiamo le uova sotto forma di caviar; infine i polipteri (*Polypterus*, fig. 259) dei fiumi africani ed i lepidostei (*Lepidosteus*) dei fiumi dell'America settentrionale. Per contro ci sono note forme molto numerose e variamente foggiate di questa legione allo stato fossile già fin dalla formazione siluriana superiore. Parte di questi importanti ganoidi fossili si rannoda immediatamente ai selaci, un'altra parte si accosta già ai dipnoi; un terzo gruppo forma l'immediato passaggio ai « pesci ossei » (teleostei). Pel nostro albero genealogico sono sopratutto interessanti quei ganoidi che formano il ponte di passaggio dai selaci ai dipneusti.

L'Huxley, al quale noi dobbiamo lavori particolarmente importanti sui ganoidi fossili, li ha riuniti nell'ordine dei *crossotterigi* (*Crossopterygii*). Numerosi generi e specie di quest'ordine si trovano nel sistema devoniano e carbonifero (fig. 257); un solo

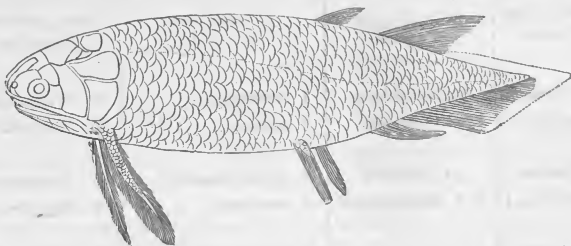


Fig. 257. — Un crossotterige devoniano (*Holoptychius nobilissimus*) dalla vecchia arenaria rossa della Scozia. Da Huxley.

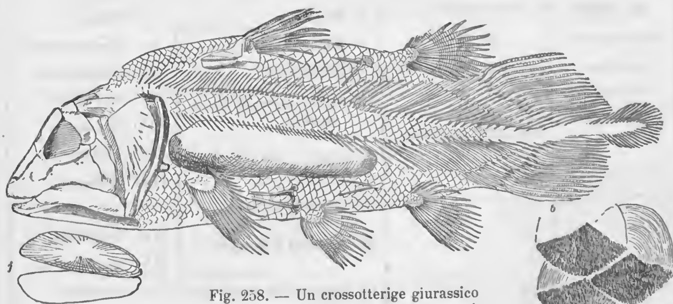


Fig. 258. — Un crossotterige giurassico (*Undina penicillata*) dal giurassico superiore di Eichstätt. Da Zittel.

i) Piastre giugulari; b) Tre scaglie costulate.

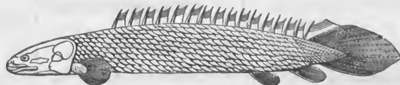


Fig. 259. — Un crossotterige vivente del Nilo superiore (*Polypterus bichir*).

superstite molto modificato vive ancora nei grandi fiumi dell'Africa (*Polypterus*, fig. 259 e l'affinissimo genere *Calamichthys*). In parecchie impronte di crossotterigi la vescica natatoria appare pietrificata e perciò egregiamente conservata, così per esempio in *Undina* (fig. 258, subito dietro al capo).

Una parte dei crossotterigi nei più importanti rapporti anatomici si rannoda già strettamente ai *dipnoi* (*dipneusta*) e così forma anche dal lato filogenetico il passaggio dai ganoidi devoniani ai più antichi vertebrati dalla respirazione aerea. Quest'importantissimo progresso cade nel periodo devoniano. I numerosi fossili che noi conosciamo

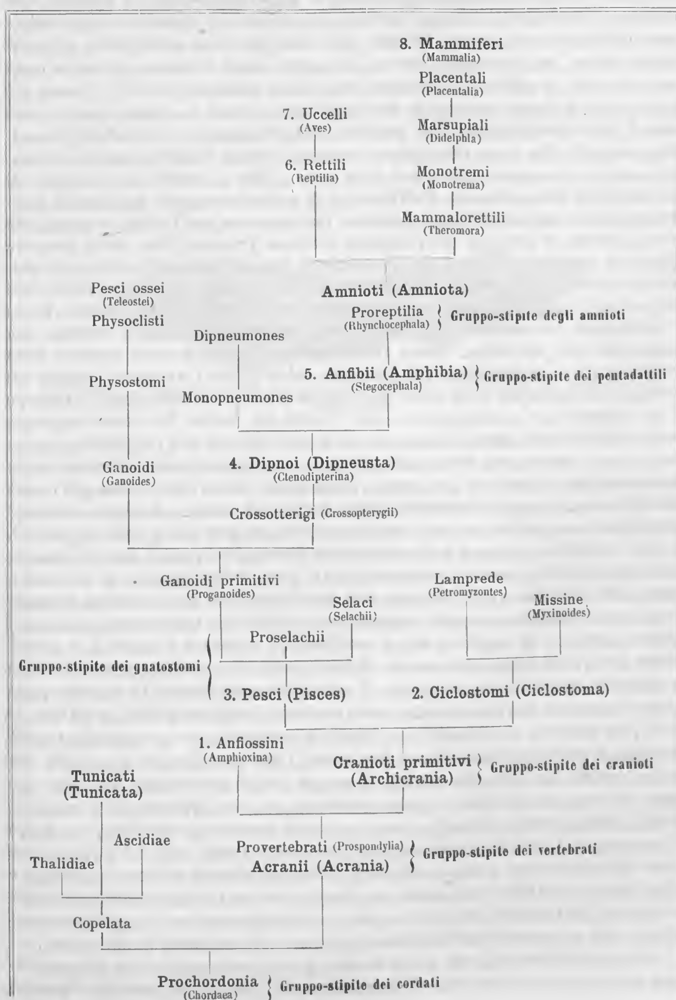
VENTICINQUESIMA TABELLA

Specchio del sistema filogenetico dei Vertebrati.

QUATTRO CLADOMI dei Vertebrati	OTTO CLASSI dei Vertebrati	SOTTOCLASSI dei Vertebrati	NOME SISTEMATICO delle sottoclassi
I. Acranii (Acrania)	**I A. Provertebrata**	1. Provertebrati + ...	1. *Prospondylia* +
	I B. Procraniata	2. Anfioxini	2. *Amphioxina*
II. Ciclostomi (Cyclostoma)	**II A. Leptocardia**	3. Cranioti primitivi + . . .	3. *Archicrania* +
	II B. Marsipobranchia	4. Imparinasi	4. *Monorhina*
III. Ittioidi (Ichthyoda) od Anamnii (Anamnia)	**III. Pesci** (Pisces)	5. Pesci primitivi	5. *Selachii*
		6. Ganoidi	6. *Ganoides*
		7. Pesci ossei	7. *Teleostei*
	IV. Dipnoi (Dipneusta)	8. Monopneumoni	8. *Monopneumones*
		9. Dipneumoni	9. *Dipneumones*
	V. Anfibii (Anfibia)	10. Anfibii corazzati (Fractanfibii)	10 a) *Stegocephala* 10 b) *Peromela*
		11. Anfibii nudi (Lissanfibii)	11 a) *Urodela* 11 b) *Batrachia*
IV. Amnioti (Amniota)	**VI. Rettili** (Reptilia)	12. Prorettili e lucertole . .	12 a) *Proreptilia* + 12 b) *Lepidosauria*
		13. Coccodrilli e draghi marini	13 a) *Crocodilia* 13 b) *Halisauria*
		14. Testuggini	14. *Chelonia*
		15. Draghi volanti e draghi	15 a) *Pterosauria* 15 b) *Dinosauria*
		16. Mammalorettili	16. *Theromora*
	VII. Uccelli (Aves)	17. Uccelli primitivi ed uccelli dentati	17 a) *Saururae* 17 b) *Odontornithes*
		18. Struzzi ed uccelli carenati	18 a) *Ratitae* 18 b) *Carinatae*
	VIII. Mammiferi (Mammalia)	19. Monotremi (Ornitodelfi)	19. *Monotrema* (*Prototheria*).
		20. Marsupiali (Didelfi) . . .	20. *Marsupialia* (*Metatheria*)
		21. Placentali (Monodelfi) .	21. *Placentalia* (*Epitheria*)

VENTISEIESIMA TABELLA

Albero genealogico dei Vertebrati.



delle due più antiche sezioni della storia terrestre, del periodo laurenziano e del cambriano, appartengono esclusivamente a piante ed animali viventi nell'acqua. Da questo fatto paleontologico in unione con importanti argomenti geologici e biologici, noi possiamo con una certa sicurezza trarre la conclusione che animali terragnoli allora non esistevano ancora affatto. Durante tutta l'enorme epoca archeozoica, per molti milioni d'anni, la popolazione vivente del nostro globo terrestre consisteva quasi esclusivamente in abitatori dell'acqua, fatto molto rimarchevole se si ricorda che questo lasso di tempo comprende oltre alla metà di tutta la storia organica della terra. I tipi animali inferiori sono senz'altro esclusivamente (o con pochissime eccezioni) acquatici. Ma anche i tipi animali superiori durante l'epoca primordiale rimasero adattati al soggiorno nell'acqua. Solo verso la fine di quell'epoca una parte di essi passò alla vita terragnola. Pietrificazioni di animali terragnoli appaiono in principio affatto isolate nel siluriano superiore, più numerose negli strati devoniani che furono deposti al principio della seconda divisione primaria della storia terrestre (dell'epoca paleozoica). Il loro numero aumenta considerevolmente nei depositi dell'età carbonifera e del periodo permiano. Tanto nel tipo degli articolati come nel tipo dei vertebrati noi troviamo già numerose specie che si erano adattate alla terra ferma e respiravano nell'aria, mentre i loro antenati acquatici del periodo siluriano non respiravano che nell'acqua. Questa trasformazione fisiologicamente notevole della respirazione è la modificazione più grave che abbia colpito l'organismo animale nel passaggio dall'acqua alla terra ferma. Da ciò venne provocato in primo luogo lo sviluppo di un apparato per la respirazione aerea, il polmone, mentre fino allora fungevano esclusivamente come organi di respirazione le branchie atte alla respirazione acquatica. In pari tempo però venne così provocata una considerevole alterazione nella circolazione del sangue e nei suoi organi: infatti questi stanno sempre nella più intima correlazione cogli organi respiratorii. Inoltre anche altri organi o in seguito a lontane correlazioni con quelli o per nuovi adattamenti vennero pure più o meno trasformati.

Ora nel tipo dei vertebrati fu indubbiamente un ramo dei pesci, e cioè dei *ganoidi*, quello che durante il periodo *devoniano* fece il primo felice tentativo di abituarsi a vivere sulla terra ferma e di respirare aria atmosferica. Qui gli fu acconcia anzitutto la sua vescica natatoria la quale si adattò con successo alla respirazione aerea e così divenne polmone. In seguito a ciò si modificarono dapprima il cuore e le narici. Mentre i veri pesci hanno solo un paio di fosse nasali cieche; alla superficie del capo sottentrò ora un'aperta comunicazione di esse colla cavità boccale. Da ciascuna parte si formò un canale che dalla fossetta nasale condusse direttamente nella cavità boccale e così potè condurre ai polmoni l'aria atmosferica necessaria per la respirazione anche quando la bocca fosse chiusa. Mentre poi in tutti i veri pesci il cuore non risulta che da due sezioni, un atrio che accoglie il sangue venoso proveniente dalle vene del corpo ed un ventricolo che lo spinge attraverso un cono arterioso nelle branchie, l'atrio si divise oramai per mezzo di un incompleto tramezzo in due metà, una destra ed una sinistra. L'atrio destro ricevette da solo il sangue dalle vene del corpo mentre l'atrio sinistro ricevette il sangue delle vene polmonari affluente al cuore dai polmoni e dalle branchie. Così dalla circolazione semplice dei veri pesci nacque la cosidetta doppia circolazione dei vertebrati superiori, e questo perfezionamento, per le leggi della correlazione, ebbe come conseguenza ulteriori progressi nella struttura di altri organi.

La classe dei vertebrati che in tal modo si adattò per la prima volta alla respirazione aerea e che si svolse da un ramo dei ganoidi, vien da noi detta dei *dipneusti*

(*dipneusta*, dalla doppia respirazione) perchè essi oltre alla nuovamente acquisita respirazione polmonare ritennero anche l'antica respirazione branchiale come gli infimi anfibii. Questa classe durante l'epoca paleozoica (durante i periodi devoniano, carbonifero e permiano) era rappresentata da numerosi e moltiformi generi. La famiglia dei *Ctenodipterini* (*Dipterina*, fig. 260 e *Ctenodina*) si trova solo fossile negli strati paleozoici. A questa seguono nelle formazioni triasiche e giurassiche i *ceratodini* (fig. 261). Presentemente dell'intera classe non vivono più che tre generi: *Protopterus annectens* nei fiumi dell'Africa tropicale (nel Nilo Bianco, nel Niger, Quellimane, ecc.), *Lepidosiren paradoxa* nelle regioni tropicali del Sud-America (negli affluenti del Rio delle Amazzoni) e *Ceratodus Forsteri* nelle paludi dell'Australia orientale (149). Già questa vasta dispersione dei tre isolati epigoni dimostra che essi sono gli ultimi resti di un gruppo un dì molto variamente sviluppato. Pel complesso della loro struttura corporea questo gruppo doveva fare il passaggio dai

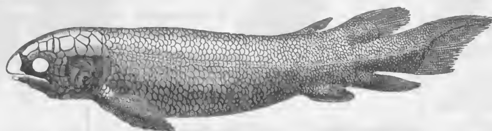


Fig. 260. — Dipnoo fossile (*Dipterus Valenciennesi*) dalla vecchia arenaria rossa (Devon). Da Pander.

pesci agli anfibii. L'immediata transizione fra queste due classi è così bene espressa che vi fu fra gli zoologi vivace lotta sulla questione se i dipneusti siano propriamente pesci od anfibii. Alcuni celebri sistematici li collocano fra gli anfibii, mentre la maggior parte li attribuiscono ora ai pesci. Di fatto i caratteri delle due classi sono nei dipneusti in tal guisa riuniti che il decidere tale questione riposa unicamente sulla definizione che si dà dei concetti « *Pesce* » ed « *Anfibio* ». Nel loro modo di vita i dipneusti sono veri anfibii. Durante l'inverno tropicale, nell'epoca delle pioggie, essi nuotano come pesci nell'acqua e respirano per branchie. Durante la stagione secca essi si seppelliscono nel fango disseccato e durante questo tempo respirano l'aria per mezzo dei polmoni come gli anfibii ed i vertebrati superiori. Ora in questa doppia respirazione essi concordano certamente cogli anfibii inferiori e perciò hanno anche la struttura del cuore che è caratteristica per essi e perciò si elevano molto al disopra dei pesci. Ma nel più degli altri caratteri essi rassomigliano più a questi ultimi e stanno al disotto dei primi. Il loro esterno è al tutto pisciforme.

Il capo dei dipneusti non è distinto dal tronco. La pelle è coperta di grandi scaglie da pesce. Lo scheletro è molle, cartilagineo, come nei selaci inferiori e nei più antichi ganoidi. La corda dorsale è interamente conservata. Le due paia di arti sono semplicissime pinne di struttura affatto primitiva simile a quella dei più bassi selaci. Anche la struttura del cervello, del tubo intestinale e degli organi sessuali è simile a quella dei pesci primitivi. Così i dipneusti hanno fedelmente conservato per eredità molti tratti di bassa organizzazione dai nostri antichissimi progenitori del gruppo dei pesci, mentre nell'adattamento alla respirazione aerea per polmoni e nella relativa trasformazione del cuore essi hanno portato un grandioso progresso nella organizzazione dei vertebrati.

Del resto i tre dipneusti oggidì ancora viventi si allontanano abbastanza notevolmente l'uno dall'altro in importanti rapporti di struttura. Specialmente il dipnoo

VENTISETTESIMA TABELLA

Specchio della struttura del cuore e del piede dei Vertebrati.

STRUTTURA del cuore dei Vertebrati	OTTO CLASSI	SOTTOCLASSI dei Vertebrati	STRUTTURA del piede dei Vertebrati
I. Gruppo primario **Leptocardi (Leptocardia)** Vertebrati a sangue freddo con tubo cardiaco semplice uniloculare. Cuore ripieno di sangue carbonioso	**1. Acranii (Acrania)** . . .	1. Provertebrati *Provertebrata* 2. Anfiossini *Cephalochorda*	I. Gruppo primario **Vertebrata adactylia** (impinnata). Vertebrati senza estremità pari
II. Gruppo primario **Ittiocardi (Ichtyocardia)** Vertebrati a sangue freddo con cuore biloculare (con un atrio ed un ventricolo). Sangue del cuore carbonioso	**2. Ciclostomi (Cyclostoma)**	1. Procranioti *Procraniota* 2. Marsipobranchi *Marsipobranchia*	
	3. Pesci (Pisces)	1. Selaci *Selachii* 2. Ganoidi *Ganoides* 3. Teleostei *Teleostei*	II. Gruppo primario **Vertebrata polydactylia** (pinnifera). Originariamente due paia di pinne, ognuna con molte dita o raggi
III. Gruppo primario **Anficardi (Amphicardia)** Vertebrati a sangue freddo con cuore triloculare (due atrii ed un ventricolo). Sangue del cuore misto (cfr. Confer. XXII)	**4. Dipneusti (Dipneusta)** .	1. Monopneumoni *Monopneumones* 2. Dipneumoni *Dipneumones*	
	5. Anfibii (Amphibia). . .	1. Fractanfibii *Phractamphibia* 2. Lissanfibii *Lissamphibia*	III. Gruppo primario **Vertebrata pentadactylia** (pentanomia). Originariamente due paia di gambe, ognuna triarticolata (omero, radio-cubito, piede, e femore, tibia-fibula, piede) e con cinque dita ad ogni piede
	6. Rettili (Reptilia). . . .	1. Geosauri *Geosauria* 2. Idrosauri *Hydrosauria* 3. Chelonii *Chelonia* 4. Pterosauri *Pterosauria*	
IV. Gruppo primario **Thermocardi (Thermocardia)** Vertebrati a sangue caldo con cuore quadriloculare e bipartito (due atrii e due ventricoli). Cuore sinistro con sangue ossidico, destro con sangue carbonioso	**7. Uccelli (Aves)**	1. Saururi *Saururae* 2. Ornituri *Ornithurae*	
	8. Mammiferi (Mammalia).	1. Monotremi *Monotrema* 2. Marsupiali *Marsupialia* 3. Placentali *Placentalia*	

australiano (*Ceratodus*) che fu descritto per la prima volta nel 1870 da Luigi Krefft di Sydney e che raggiunge una lunghezza di sei piedi si dimostra come forma animale antichissima, molto conservativa (fig. 261). Ciò vale sopratutto per la conformazione del semplice polmone e delle pinne pari che contengono uno scheletro pennato o

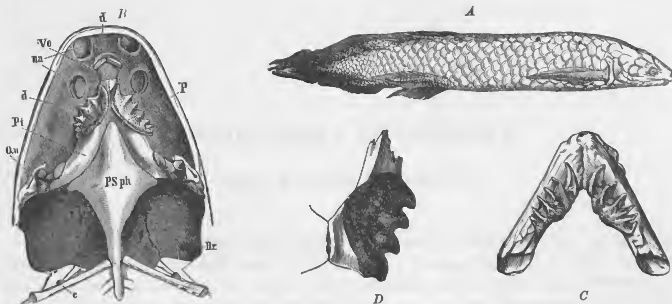


Fig. 261. — Il dipnoo australiano (*Ceratodus Forsteri*).

A, Visto dal lato destro; *B*, Faccia inferiore del cranio; *C*, Mandibola inferiore. Da Günther. *Qu*) Osso quadrato; *Psph*) Parasfenoide; *Pt P*) Pterigopalatino; *Vo*) Vomere; *d*) Denti; *na*) Fori nasali; *Br*) Cavità branchiale; *c*) Prima costa; *D*, Dente della mandibola inferiore del fossile *Ceratodus Kaupi* (del trias).

biradiato. Per contro nel dipnoo africano (*Protopterus*) ed in quello americano (*Lepidosiren*) il polmone è doppio come in tutti i vertebrati superiori; inoltre qui lo scheletro delle pinne non è pennato. Oltre alle branchie interne il Protopterus possiede anche branchie esterne le quali mancano al Lepidosiren. Quei dipneusti paleozoici che facevano parte dei nostri diretti antenati e che formavano il ponte di passaggio dai ganoidi agli anfibii saranno per certo stati variamente diversi dai loro tre epigoni del presente; pur tuttavia in quelle particolarità più essenziali avranno dovuto concordare con essi. Disgraziatamente l'ontogenesi dei tre *dipneusti* viventi non è ancora interamente nota; presumibilmente essa ci darà ancora in avvenire importanti indicazioni sulla filogenesi dei vertebrati inferiori e con ciò anche dei nostri più antichi progenitori.



VENTIDUESIMA CONFERENZA

I nostri antenati pentadattili.

« Se gli antichi anfibii stipiti dell'età carbonifera avessero ereditato dai loro più prossimi antenati, dai polidattili dipneusti, ancora un dito di più a ciascuna estremità, ed *invece di cinque dita sei* ne avessero trasmesso in eredità ai loro discendenti sino all'uomo, essi avrebbero con ciò reso all'umanità un inapprezzabile servigio. In tal caso noi ora possederemmo invece del nostro *sistema decimale* l'immensamente più pratico *sistema duodecimale*, il cui numero fondamentale, dodici, è divisibile per due, tre, quattro e sei ».

(*Storia della Creazione naturale*).

Unità di tipo delle quattro classi superiori di vertebrati.
Serie dei progenitori pentanomi: anfibii, prorettili, teromori, promammali.
Tre sottoclassi della classe dei mammiferi: prototerii, metaterii, epiterii.

Contenuto della ventiduesima Conferenza.

Anfibii fossili del periodo carbonifero: anfibii corazzati (*stegocephala*). — Passaggio dalla vita acquatica alla vita terragnola. — Trasformazione della pinna di pesce polidattilo nel piede pentadattilo. — Cause ed effetti di essa. — Sistema decimale. — Discendenza di tutti i vertebrati superiori da un anfibio a cinque dita. — Posizione intermedia degli anfibii tra i vertebrati inferiori ed i superiori. — Trasformazione o metamorfosi delle rane. — Modificazione degli organi della circolazione e respirazione. — Diversi gradi della metamorfosi degli anfibii. — Anfibii branchiati (proteo ed axolotl). — Anfibii urodeli (tritoni e salamandre). — Anfibii anuri (rane e rospi). — Gruppo primario degli amnioti (rettili, uccelli e mammiferi). — Origine di tutti gli amnioti da una forma stipite comune lacertiforme (*protamnion*). — Rincocefali, hatteria. — Prima formazione dell'allantoide e dell'amnio. — Divisione degli amnioti in due diverse linee: da un lato i rettili (ed uccelli), dall'altro i mammiferi. — Transizione dai prorettili ai mammiferi: teromori, pelicosauri. — Le tre sottoclassi dei mammiferi: monotremi, marsupiali, placentali.

Bibliografia.

JOHANNES MÜLLER, *Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien*, 1832.

MAURO RUSCONI, *Histoire naturelle, développement et métamorphose de la salamandre terrestre*, 1854.

FRANZ LEYDIG, *Beiträge zur Kenntniss der Amphibien* (*Caecilien, Molche, Batrachier*), 1867-1873.

CARL GEGENBAUR, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien*, 1862.

ALEXANDER GOETTE, *Entwickelungsgeschichte der Unke*, 1874.

HERMANN CREDNER, *Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden d. Plauen'schen Grundes bei Dresden*, 1886.

PAUL SARASIN und FRITZ SARASIN, *Zur Entwickelungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle* (*Ichthyophis glutinosus*), 1889.

HEINRICH RATHKE, *Entwickelungsgeschichte der Natter, der Schildkröten, der Crocodile*, 1839.

ALBERT GÜNTHER, *Contribution to the anatomy of Hatteria* (*Sphenodon*), 1867.

EDWARD COPE, *Synopsis of the exstinct Betrachia, Reptilia and Aves of North America*, 1869.

FRANZ LEYDIG, *Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier*, 1872.

KARL ZITTEL, *Palaeozoologie*, III Bd. (*Fossile Amphibien und Reptilien*), 1886.

GUSTAV STEINMANN und LUDWIG DOEDERLEIN, *Elemente der Palaeontologie X. Vertebrata*, 1890.

XXII.

Signori!

Coll'esame filogenetico delle quattro classi superiori di vertebrati, alle quali ci volgiamo ora, la storia dei nostri progenitori acquista una base molto più solida e chiarezza molto più soddisfacente di quello che per avventura paresse avere fin qui. Anzitutto noi dobbiamo una serie di preziosissime indicazioni a quell'interessantissima classe di vertebrati che si rannoda immediatamente ai dipneusti e che da quelli si è svolta, cioè agli *anfibii*. Ad essi appartengono i tritoni e le salamandre, i rospi e le rane. Una volta, seguendo il Linneo, si annoveravano fra gli anfibii anche tutti i rettili (lucertole, serpenti, coccodrilli e testuggini). Tuttavia questi ultimi sono molto più altamente organizzati e nelle più importanti particolarità della loro struttura anatomica si rannodano più strettamente agli uccelli che non agli anfibii. I veri anfibii invece sono molto più prossimi ai dipneusti ed ai pesci; essi sono anche molto più antichi che non i rettili. Già durante il periodo carbonifero vivevano anfibii numerosi (in parte grandi) e molto sviluppati; invece i primi rettili non cominciano ad apparire che nel periodo permiano. Probabilmente gli anfibii si sono anzi svolti dai dipneusti anche prima, già nel corso del periodo devoniano. Quegli anfibii estinti, di cui da quelle remotissime età primitive si son conservati i resti fossili (numerosissimi sopratutto dal periodo permiano), si distinguevano per un elegante rivestimento di squame o per una robusta corazzatura ossea della pelle (simile a quella dei coccodrilli), mentre gli anfibii che vivono ancora oggidì hanno in massima parte una pelle liscia e viscida.

I più antichi di questi *anfibii corazzati* (*phractamphibia*) formano l'ordine degli *stegocefali* dei quali furono trovate recentemente molte e ben conservate impronte e scheletri nel carbonifero e nel permiano come anche nel triasico. Ma già del rimarchevole *Branchiosaurus amblystomus* (fig. 262) aveva scoperto il Credner (1886) nel terreno di Plauen presso Dresda oltre a mille esemplari in parte stupendamente conservata cosicchè egli potè stabilire in modo molto completo l'anatomia e l'ontogenesi di questa importante forma atavica. Le giovani larve di questi animali salamandriformi (fig. 262 A) mostravano ancora nettamente quattro paia di archi branchiali (fig. 262 B). Giovani animali lunghi 60-70 mm. perdevano i ciuffi branchiali e passavano alla respirazione polmonare; il tronco si allungava, le gambe si facevano più robuste, il ventre si copriva di una lorica scagliosa.

Solo fra questi stegocefali paleozoici, non già fra gli anfibii tuttora viventi, noi dobbiamo cercare quelle forme che si devono direttamente riferire all'albero genealogico del genere umano e che si devono considerare come progenitori delle tre classi superiori di vertebrati. Ma anche gli anfibii dell'età presente mostrano nella loro interna struttura anatomica e sopratutto nel loro sviluppo embrionale così importanti rapporti con noi che possiamo enunciare questa proposizione: fra i dipneusti da un lato e gli amnioti (le tre classi superiori di vertebrati) dall'altro esistette una serie di forme intermedie estinte, che noi, se le avessimo viventi davanti agli occhi, collocheremmo

certissimamente nel sistema fra gli *anfibii*. Pel complesso della loro struttura anche gli *anfibii* viventi oggidì *appaiono come un importantissimo gruppo di passaggio*. Nelle importanti condizioni della respirazione e della circolazione essi rannodansi ancor strettamente ai dipneusti, mentre per altri riguardi si elevano notevolmente al disopra di essi.

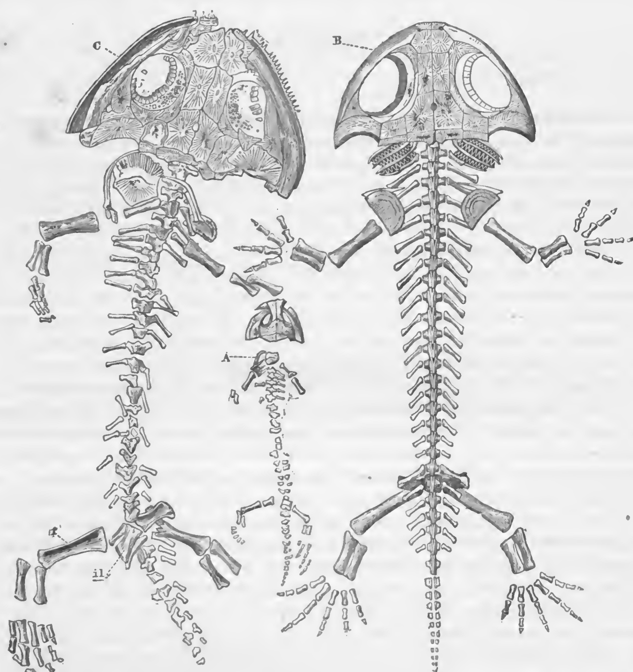


Fig. 262. — Anfibio corazzato del Permiano dal terreno di Plauen presso Dresda (*Branchyosaurus amblystomus*). Da Credner.
A, Scheletro di una giovane larva; *B*, Una larva, restaurata, con branchie; *C*, L'animale adulto in grandezza naturale.

Ciò vale sopratutto in prima linea per la progredita struttura degli *arti* o delle estremità. Queste appaiono qui per la prima volta come *piedi a cinque dita*. Le profonde ricerche del Gegenbaur hanno mostrato che le pinne dei pesci, sulle quali una volta si avevano idee affatto erronee, sono *piedi a molte dita*. Infatti i singoli raggi cartilaginei od ossei che si trovano in gran numero in ogni pinna di pesce corrispondono alle dita delle estremità dei vertebrati superiori. I singoli articoli di ciascun raggio di pinna corrispondono alle singole falangi di ciascun dito. Anche nei dipneusti la pinna è ancora costituita come nei pesci e solo poco alla volta da questa forma

polidattila di piede si è svolta la forma pentadattila che ci appare qui per la prima volta negli anfibii. Questa riduzione del numero delle dita a sei e poi a cinque ebbe luogo in quei dipneusti che sono da considerarsi come gli stipiti degli anfibii, probabilmente già nella seconda metà del periodo devoniano, al più tardi nel susseguente periodo carbonifero. Di questo noi conosciamo già molti fossili di anfibii a cinque dita. Orme fossili di essi si trovano molto frequenti nel trias della Turingia (*Chirotherium*).

La *pentadattilia* (dita in numero di cinque) ha la massima importanza pel fatto che dagli anfibii essa si è trasmessa a tutti i vertebrati superiori. L'uomo sotto questo importante rapporto come pure in tutta la struttura dell'impalcatura ossea delle sue quattro estremità pentadattile è ancora perfettamente uguale ai suoi antenati anfibii. Basta a convincercene un accurato paragone dello scheletro della rana col nostro proprio scheletro. Ora, come è noto, quest'ereditario numero di cinque delle nostre dita ha acquistato da tempo antichissimo la massima importanza pratica; infatti su questa pentadattilia riposa tutto il nostro sistema di numerazione, il nostro *sistema decimale* ed il modo che ne è derivato di dividere il tempo, la misura, il peso, ecc. Non si potrebbe assolutamente trovare alcuna ragione, perchè negli infimi anfibii come nei rettili e nei vertebrati superiori sino all'uomo siano originariamente presenti *cinque* dita alle estremità anteriori e posteriori, se come causa efficiente di questo fenomeno noi non facessimo valere l'*eredità* da una comune forma stipite pentadattila. L'*eredità* sola è in grado di spiegarci questa *pentanomia*. È vero che tanto in molti anfibii come in parecchi vertebrati superiori si possono trovare meno di cinque dita. Ma in tali casi noi possiamo dare la prova che alcune dita sono regresse ed in ultimo sono poi andate interamente perdute. Le quattro classi superiori di vertebrati, anfibii ed amnioti, possono dunque anche essere riunite sotto il concetto di *pentanomi* o *pentadactylia* (cfr. pag. 396).

Le cause efficienti per le quali dalla pinna polidattila del pesce si è svolto in quella forma atavica di anfibii il piede pentadattilo dei vertebrati superiori si devono ad ogni modo cercare nell'adattamento alle funzioni completamente cambiate che furono acquistate dalle estremità nel passaggio dalla vita esclusivamente acquatica alla vita parzialmente terrestre. Mentre la pinna polidattila del pesce era usata quasi esclusivamente per remare nell'acqua, essa dovette allora servire inoltre come sostegno nello strisciare sulla terra ferma. Perciò tanto le parti scheletriche come i muscoli delle estremità subirono una trasformazione. Il numero dei raggi delle pinne si ridusse poco alla volta e si abbassò infine sino a cinque. Questi cinque raggi rimasti si svilupparono però corrispondentemente divenendo molto più robusti. I molli raggi cartilaginei divennero solidi bastoni ossei. Anche il resto dello scheletro guadagnò notevolmente in solidità. Così dalla leva ad un solo braccio della pinna polidattila del pesce nacque il sistema di leve più perfetto a più braccia degli arti pentadattili degli anfibii. I movimenti del corpo non divennero solo più robusti ma anche più varii. Le singole parti del sistema muscolare presero a differenziarsi sempre più. Data la stretta correlazione tra il sistema muscolare ed il sistema nerveo dovette naturalmente anche quest'ultimo fare notevoli progressi nella funzione e nella struttura. Così è che noi troviamo veramente negli anfibii superiori il cervello già molto più sviluppato che non nei pesci, dipnoi ed anfibii inferiori.

Gli organi che per questa vita anfibia vennero più trasformati sono, come abbiamo già visto nei dipneusti, gli organi della respirazione e della circolazione. Il primo progresso organico dovuto al passaggio dalla vita acquatica alla vita terragnola fu necessariamente l'acquisto di un organo di respirazione aerea, di un polmone. Questo

si formò direttamente dalla già presente vescica natatoria ereditata dai pesci. Dapprima la funzione di essa sarà ancora stata molto secondaria rispetto a quella degli organi più antichi della respirazione acquatica, cioè delle branchie. Così è che noi troviamo ancora negli anfibii inferiori, nei branchiati, che essi, come i dipneusti, trascorrono la massima parte della loro vita nell'acqua e perciò hanno respirazione acquatica per branchie. Solo in brevi intervalli essi vengono alla superficie o strisciano fuori dall'acqua sulla terra ed allora respirano l'aria per mezzo dei polmoni. Ma già una parte degli urodeli, dei tritoni e salamandre, non rimangono al tutto nell'acqua che durante la loro gioventù e più tardi si trattengono per la massima parte nella terra ferma. In istato adulto essi respirano solo l'aria per mezzo dei polmoni. Lo stesso vale anche per gli anfibii superiori od anuri (rane e rospi); taluni di questi han già persino perduta interamente la loro forma larvale branchiale (153). Tale è il caso anche di alcuni piccoli anfibii anguiformi, le cecilie, che vivono nel terreno come dei lombrichi.



Fig. 263. — Larva della comune rana rossa (*Rana temporaria*), cosidetta « girino ».

m) Bocca; *n*) Un paio di ventose per aderire alle pietre; *d*) Piega cutanea della quale nasce l'opercolo branchiale; dietro ad essa la fessura branchiale dalla quale sporgono i ciuffi branchiali (*k*); *s*) Muscoli caudali; *f*) Orlo cutaneo a pinna della coda.

L'alto interesse che offre la storia naturale della *classe degli anfibii* sta sopratutto in questa sua *posizione affatto intermedia fra i vertebrati inferiori ed i superiori*. Mentre gli anfibii inferiori pel complesso della loro organizzazione si rannodano direttamente ai dipneusti ed ai pesci, vivono sopratutto nell'acqua ed hanno respirazione acquatica per branchie, gli anfibii superiori permettono il collegamento altrettanto immediato cogli amnioti, vivono come questi prevalentemente sul suolo e respirano aria pei polmoni. Però nella loro gioventù questi ultimi rassomigliano ai primi e solo dopo una completa metamorfosi raggiungono quel grado superiore di sviluppo. L'ontogenesi individuale del più degli anfibii superiori ripete esattamente ancora oggidì la filogenesi dell'intera classe ed i diversi gradi di trasformazione che durante il periodo devoniano o carbonifero determinò nei vertebrati inferiori il passaggio dalla vita acquatica alla vita terrestre ve li riporta davanti agli occhi ad ogni primavera qualunque ranocchia che nelle nostre pozze e nei nostri stagni si sviluppi dall'uovo.

Come le caudate salamandre (fig. 263) anche qualsiasi rana comune lascia l'uovo in forma di una *larva*, la quale è interamente diversa dalla rana adulta (fig. 264). Il breve tronco si continua in una lunga coda che ha completamente l'aspetto e la struttura d'una coda di pesce (*s*). Le zampe in principio mancano ancora del tutto. La respirazione avviene esclusivamente per branchie, dapprima esterne (*k*) poi interne. Corrispondentemente anche il cuore è foggiato affatto come nei pesci e non risulta che da due sezioni, un atrio che riceve il sangue venoso dal corpo ed un ventricolo che attraverso al cono arterioso lo spinge nelle branchie (*Ichthyocardia*, pag. 396).

In questa forma di pesce le larve delle nostre rane, i cosidetti *girini*, ogni primavera vanno nuotando numerosissimi nelle nostre pozze e nei nostri stagni servendosi della loro coda muscolosa come di organo rematorio, tanto come i pesci e le larve di ascidie. Solo dopochè esse sono cresciute sino ad una certa mole comincia la

notevole trasformazione della forma di pesce nella forma di rana. Dalla faringe si produce un cieco che si incava formando due sacchi spaziosi; questi sono i polmoni. Il semplice atrio col formarsi di un tramezzo si divide in due atrii e nello stesso tempo avvengono considerevoli mutamenti nei più importanti tronchi arteriosi. Mentre dapprima tutto il sangue dell'atrio passava per l'arco aortico nelle branchie, ora solo parte di esso va alle branchie, un'altra parte invece va per la neoformata arteria polmonare nei polmoni. Di qui ritorna del sangue arterioso nell'atrio sinistro del cuore, mentre il sangue venoso del corpo si raccoglie nell'atrio destro. Poichè i due atrii sboccano nel semplice ventricolo, questo ormai contiene sangue misto. Dalla forma di pesce è nata ora la forma di dipneusto. Nel corso ulteriore della metamorfosi le branchie coi vasi branchiali vanno interamente perdute e sottentra una respirazione esclusivamente polmonare. Più tardi anche la lunga coda rematoria viene rigettata ed omai la rana saltella sul suolo colle zampe che frattanto le sono spuntate (150) (*Amphicardia*, pag. 396).



Fig. 264. — Larva della salamandra terrestre giallo-nera (*Salamandra maculosa*) dalla faccia ventrale.

Nel mezzo sporge ancora fuori dall'intestino un sacco vitellino. Le branchie esterne sono elegantemente ramificate ad albero. Le due paia di zampe sono ancora molto piccole.

Questa notevole *metamorfosi degli anfibii* è estremamente istruttiva per la filogenesi ed acquista speciale interesse per ciò che i diversi gruppi degli anfibii ancor oggi viventi si sono fermati a diversi gradi della filogenesi corrispondentemente alla legge biogenetica fondamentale. Qui osserviamo dapprima un infimo ordine d'anfibii, i *perennibranchi* (*sozobranchia*) i quali conservano le loro branchie per tutta la vita come i pesci. Ad essi appartiene fra altri la nota salamandra branchiata cieca della grotta di Adelsberg (*Proteus anguinus*), poi la *Siren lacertina* della Carolina del Sud e l'*Axolotl* del Messico (*Siredon pisciformis*). Tutte queste salamandre branchiate sono animali pisciformi dalla lunga coda e riguardo agli organi della respirazione e della circolazione rimangono per tutta la vita a quel grado che occupano i dipneusti. Esse hanno in pari tempo branchie e polmoni e possono a seconda del bisogno respirare l'acqua per branchie o l'aria pei polmoni. In un secondo ordine, quello delle *salamandre*, le branchie durante la metamorfosi vanno perdute e allo stato adulto esse respirano solo l'aria per mezzo dei polmoni. L'ordine porta il nome di *urodeli* (*sozura*) ed in esso si conserva per tutta la vita la lunga coda. Vi appartengono le comuni salamandre acquaiuole (*Triton*) che durante l'estate pullulano nei nostri stagni e le salamandre terrestri nere chiazzate di giallo (*Salamandra*) che vivono nei luoghi umidi delle nostre foreste. Queste ultime sono fra i più notevoli dei nostri animali indigeni, perchè esse per molte particolarità anatomiche si dimostrano vertebrati antichissimi e molto conservativi (151). Alcuni urodeli hanno ancora conservato le fessure branchiali ai lati del collo, sebbene le branchie stesse siano perdute (*Menopoma*); se si costringono le larve delle nostre salamandre (fig. 263) e tritoni a restare nell'acqua e si impedisce loro l'accesso alla terra si può in circostanze propizie obbligarle a conservare le loro branchie. Allora esse diventano sessualmente mature in questo stato pisciforme e sono obbligate a rimanere per tutta la vita al grado inferiore d'evoluzione dei perennibranchi.

L'esperimento opposto ce lo fornisce una salamandra branchiata americana, il pisciforme axolotl (*Siredon pisciformis*). Prima lo si teneva per un branchiato permanente che si tenesse per tutta la vita in questo stato pisciforme. Ora fra centinaia di questi animali che erano conservati nel *Jardin des plantes* di Parigi alcuni individui per motivi ignoti andarono a terra, perdettero le loro branchie e si trasformarono in una forma molto vicina alla salamandra (*Amblystoma*); in questo stato essi divennero sessualmente maturi (152). Di questo fenomeno che destò grandissimo interesse, si stupì come di una singolarissima meraviglia, sebbene qualsiasi comune rana o salamandra ad ogni primavera ci presenti la stessa metamorfosi. Tutta l'importante metamorfosi che conduce dagli animali acquatici e respiranti per branchie agli animali terragnoli e respiranti per polmoni si può anche qui seguire passo per passo. Quello però che qui avviene nell'individuo durante l'ontogenesi è pure avvenuto nel corso della filogenesi per l'intera classe.

Ancor più oltre che nelle salamandre va la metamorfosi nel terzo ordine di anfibii, negli *anuri* (*batrachia* od *anura*). Ad essi appartengono tutte le diverse specie di rospi, rane, raganelle, ecc. Queste durante la loro metamorfosi perdono non solo le branchie ma anche la coda rematoria; ora più presto or più tardi essa si perde. Del resto le varie forme si comportano a questo riguardo abbastanza diversamente. Nel più degli anuri le larve perdono già di buon'ora la loro coda, cosicchè la forma ecaudata di rana in seguito cresce ancora considerevolmente. Altri invece, come sopratutto il brasiliano *Pseudes paradoxus*, ma anche il nostro indigeno pelobate (*Pelobates fuscus*), rimangono molto tempo allo stadio pisciforme e conservano una vistosa coda quasi fino a raggiungimento della loro intera grandezza; dopo compiuta la metamorfosi essi appaiono molto più piccoli di prima. L'altro estremo ce lo mostrano alcuni batraci da poco conosciuti che hanno perduto tutta la loro metamorfosi storica e nei quali dall'uovo non esce una larva caudata munita di branchie, ma la rana compiuta, senza coda e priva di branchie. Queste rane sono abitatrici di isole oceaniche che hanno un clima asciutto e mancano spesso per lungo tempo di acqua dolce. Poichè quest'ultima ai girini branchiati é indispensabile quei batraci si sono adattati a quella mancanza locale ed hanno interamente rinunciato alla loro primitiva metamorfosi (così per esempio, la raganella della Martinica, *Hylodes martinicensis*, 153).

Naturalmente la perdita ontogenetica delle branchie e della coda nelle rane e nei rospi non puó essere interpretata filogeneticamente che coll'ammettere che essi derivino da anfibi salamandriformi dalla lunga coda. Ciò si ricava indubbiamente dall'anatomia comparata di entrambi i gruppi. Ma quella rimarchevole metamorfosi ha inoltre un interesse generale per ciò che essa getta una certa luce sulla filogenesi delle scimmie ecaudate e dell'uomo. Anche i progenitori di questi ultimi erano animali dalla lunga coda e respiranti per branchie come le salamandre branchiate, come lo dimostrano inconfutabilmente la coda e gli archi branchiali dell'embrione umano.

Indubbiamente la classe degli anfibii durante l'epoca paleozoica (e cioè già durante il periodo carbonifero) contenne una serie di forme che devono essere considerate come diretti antenati dei mammiferi e perciò anche dell'uomo. Questi nostri progenitori anfibii non devono però, per motivi ontogenetici ed anatomico-comparativi, essere ricercati, come si potrebbe forse aspettare, fra i batraci anuri ma solo fra gli anfibii inferiori caudati. Qui ci è permesso di considerare con sicurezza come diretti progenitori dell'uomo almeno due gruppi estinti di anfibii: primo i branchiati stegocefali (fig. 265), e secondo gli anfibii corazzati respiranti per polmoni, i quali avevano

perduto le branchie. Fra i viventi *anfibii nudi* (*lissamphibia*) anche oggidì le più vecchie salamandre branchiate (*perennibranchia*) sono munite per tutta la vita di branchie esterne, mentre le più recenti salamandre (*urodela*) non le posseggono che in gioventù allo stato larvale. Quegli abranchi progenitori anfibii degli amnioti che noi dobbiamo considerare come i membri filogeneticamente più recenti della classe degli anfibii, dovranno essere stati ancor coperti di scaglie; nel rimanente però saranno stati molto simili alle comuni salamandre. Del resto già fin dall'anno 1725 lo scheletro pietrificato di una salamandra estinta (che era molto affine all'odierna salamandra gigantesca del Giappone) era stato descritto dal naturalista svizzero Scheuchzer come scheletro di un uomo fossile del tempo del diluvio! (« *Homo diluvii testis* » 154).



Fig. 265. — Anfibio corazzato fossile del carbonifero della Boemia (*Seeleya*). Da Fritsch. A sinistra è conservata la corazza di scaglie.

Come forma di vertebrati che nella nostra serie di progenitori si rannoda più strettamente d'ogni altra a questi progenitori anfibii noi dobbiamo ora considerare un animale lacertiforme la cui prima esistenza deve essere ricavata colla massima sicurezza da noti fatti di anatomia comparata e di ontogenesi. La vivente *Hatteria* della Nuova Zelanda (fig. 266) e gli estinti rincocefali del periodo permiano (fig. 267) sono strettamente affini a quest'importante forma atavica; noi li chiameremo frattanto *Protamnion* o *Protamnioti*. Infatti tutti i vertebrati che stanno al disopra degli anfibii, le tre classi dei rettili, uccelli e mammiferi, si distinguono così essenzialmente pel complesso della loro organizzazione da tutti i vertebrati inferiori finora considerati e per contro concordano tanto fra di loro che noi possiamo riunirli tutti in un unico gruppo sotto la denominazione di *amnioti* (*amniota*). Solo in queste tre classi animali viene a formarsi quel notevole e a noi già noto invoglio embrionale chiamato *amnio*, adattamento cenogenetico, che è da considerarsi come una conseguenza dell'affondarsi del crescente embrione nel sacco vitellino (155) (cfr. pagg. 199, 226).

Tutti gli amnioti che conosciamo, rettili, uccelli e mammiferi (compreso l'uomo), coincidono in tanti rapporti importanti della loro interna struttura e del loro sviluppo che la loro comune origine da un unico stipite può essere affermata con intera sicurezza. Se v'ha caso in cui le testimonianze dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi non siano affatto sospette certo il caso è questo. Infatti le singole particolarità e proprietà che accompagnano e seguono la formazione dell'amnio e che voi per lo sviluppo embrionale dell'uomo già conoscete, inoltre numerose peculiarità dell'evoluzione degli organi che noi più tardi seguiremo ancora più minutamente, infine le più importanti disposizioni speciali dell'interna struttura di tutti gli amnioti adulti dimostrano con tale chiarezza la *comune origine di tutti gli amnioti da un unico stipite comune estinto*, che ci è impossibile immaginarci per essi un'origine polifiletica da più stipiti indipendenti. Quell'ignota forma stipite comune è appunto il nostro *protamniota*

(*Protamnion*). Per l'aspetto esterno questo protamnio sarà stato verosimilmente una forma intermedia fra la salamandra e la lucertola.

Come momento dell'origine dei protamnioti si può designare con grande verosimiglianza il *periodo permiano*, forse già il principio, forse solo il fine di questo periodo. Ciò risulta infatti da ciò che solo nel periodo carbonifero gli anfibii raggiungono tutto il loro sviluppo e che verso il termine del periodo permiano appaiono già i primi rettili fossili (*Palaeohatteria*, *Homoeosaurus*, *Proterosaurus*). Fra le importanti e feconde modificazioni della struttura dei vertebrati, le quali durante questo periodo permiano determinarono l'originarsi dei primi amnioti da anfibii salamandriformi si devono rilevare sopratutto le tre seguenti: primo l'intera perdita delle branchie a respirazione acquatica e la trasformazione degli archi branchiali in altri organi; secondo lo sviluppo dell'allantoide e della vescica urinaria primitiva; terzo finalmente il formarsi dell'amnio.

Come uno dei caratteri più salienti di tutti gli amnioti devesi considerare la *totale perdita delle branchie respiratorie*. Tutti gli amnioti, anche quelli che vivono nell'acqua (p. es., serpenti di mare, cetacei), respirano esclusivamente l'aria per mezzo dei polmoni nè hanno più mai respirazione acquatica per branchie. Mentre tutti gli anfibii (con eccezioni affatto isolate) nella loro gioventù conservano ancora per tempo maggiore o minore le loro branchie e per un certo tempo (se non sempre) hanno respirazione branchiale, d'ora in poi di respirazione per branchie non se ne parla più. Già il *Protamnion* deve avere completamente abbandonata la respirazione acquatica. Ciò malgrado gli archi branchiali in seguito all'eredità si conservano ancora generalmente e si svolgono a formare tutt'altri organi (in parte rudimentali); le diverse parti dell'ioide, determinate porzioni dell'impalcatura mascellare, dell'organo uditivo, ecc. Tuttavia negli embrioni degli animali non si trova mai neanche una traccia di lamelle branchiali, di veri organi respiratorii, sugli archi branchiali.

Con questa perdita totale delle branchie è verosimilmente connesso lo sviluppo di un altro organo che ci è già ben noto dall'ontogenesi umana, cioè dell'*allantoide* o vescica urinaria primitiva (cfr. pag. 267). Secondo ogni probabilità la *vescica urinaria dei dipneusti si deve considerare come il primo inizio della formazione dell'allantoide*. Già qui noi troviamo una vescica urinaria che si produce dalla parete inferiore dell'estremità posteriore dell'intestino e che funge da serbatoio del secreto renale. Di lì quest'organo si è tramesso in eredità anche agli altri anfibii come possiamo osservare in qualsiasi ranocchia. Ma è solo nelle tre classi superiori dei vertebrati che l'allantoide raggiunge il suo speciale sviluppo, vien già molto precocemente a sporgere fuori del corpo dell'embrione e forma un ampio sacco ripieno di liquido sul quale si distribuisce una considerevole quantità di grandi vasi sanguigni. Qui questo sacco assume pure dappertutto parte delle funzioni di nutrizione. Lo stesso sacco urinario primitivo forma poi nei mammiferi superiori e nell'uomo la placenta.

Lo sviluppo dell'amnio e dell'allantoide come pure la perdita totale delle branchie e l'esclusiva respirazione polmonare sono i caratteri più decisivi pei quali tutti gli amnioti si contrappongono ai vertebrati inferiori che abbiamo sinora considerati. Ad essi si aggiungono ancora alcuni caratteri più subordinati che si ereditano costantemente in tutta la sezione degli amnioti ed agli anamnii mancano generalmente. Un vistoso carattere embrionale degli amnioti sta nella forte curvatura cefalica e curvatura nucale dell'embrione. Negli anamnii l'embrione è fin dal principio più o meno rettilineo, oppure tutto quanto il corpo è semplicemente incurvato a falce in relazione

colla convessità del sacco vitellino al quale esso aderisce colla faccia ventrale; ma non vi hanno qui forti piegamenti ad angolo nel corso dell'asse longitudinale. Per contro in tutti gli amnioti appare già molto per tempo un notevole piegamento del corpo (pag. 262), e cioè in guisa che il dorso dell'embrione si fa fortemente convesso, il capo si reclina quasi ad angolo retto verso il torace e la coda appare ripiegata contro il ventre. L'estremità caudale curvata all'indentro si accosta tanto al lato frontale del capo che entrambe vengono quasi a contatto (cfr. tav. VI-IX). Questa notevole triplice ripiegatura del corpo dell'embrione che noi abbiamo già esaminato precedentemente nell'ontogenesi dell'uomo e che abbiamo distinto come curva apicale, curva nucale e curva caudale è una particolarità caratteristica comune agli embrioni di tutti i rettili, uccelli e mammiferi.

Ma anche nello sviluppo di molti organi interni si mostra in tutti gli amnioti un progresso pel quale essi si elevano al disopra dei più alti anamnii. Specialmente si forma nel cuore un setto all'interno della semplice camera pel quale essa si scinde in due camere, una destra ed una sinistra. In relazione colla completa trasformazione degli archi branchiali ha luogo un ulteriore perfezionamento dell'organo uditivo. Così pure si mostra un notevole progresso nello sviluppo del cervello, dello scheletro, del sistema muscolare e di altre parti. Come uno dei più importanti cambiamenti è infine ancora da ricordarsi la neoformazione dei reni. Nei vertebrati inferiori sinora considerati noi abbiamo incontrato come apparati secretori o produttori dell'urina i *reni primitivi* che anche in tutti i vertebrati più elevati sino all'uomo appaiono molto di buon'ora nell'embrione. Ma negli amnioti questi reni primitivi perdono molto presto durante la vita embrionale la loro funzione e questa viene assunta dai permanenti « reni secondarii » che si producono dalla porzione terminale dei condotti nefridiali.

Se voi ora date ancora una volta uno sguardo complessivo a tutte queste particolarità degli amnioti, voi non potrete dubitare che tutti gli animali di questo gruppo, tutti i rettili, uccelli e mammiferi, non abbiano comune origine e non formino una unica sezione primaria costituita da forme fra loro affini. Ma a questa appartiene pure il nostro proprio genere. *Anche l'uomo per tutta la sua organizzazione ed ontogenesi è un vero amniota* ed insieme con tutti i rimanenti amnioti discende dal protamnio. Sebben già sorto verso il termine (o forse già nel mezzo) dell'epoca paleozoica, tuttavia l'intero gruppo non giunse che durante l'epoca mesozoica al suo pieno sviluppo. Del resto le due classi degli uccelli e dei mammiferi non cominciano ad apparire se non entro questo periodo principale. Ma anche la classe dei rettili non sviluppa tutta la sua molteplicità di forme che durante quel periodo che appunto da essi vien detto « età dei rettili ». Anche l'estinto *Protamnion*, la forma-stipite dell'intero gruppo, pel complesso della sua struttura è da collocarsi fra i rettili; il gruppo-stipite relativo sarà frattanto chiamato gruppo dei *prorettili*.

L'albero genealogico dell'intero gruppo degli amnioti ci è ora presentato chiaramente davanti gli occhi nei suoi tratti più essenziali dalla paleontologia, dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi. Il gruppo più prossimo dei discendenti del protamnion si divise in due rami divergenti. L'una delle linee principali che perciò può sola aver diritto a tutto il nostro interesse è formata dalla classe dei *mammiferi* (*mammalia*). La seconda linea principale che si sviluppò progressivamente in tutt'altra direzione e che solo alla radice è connessa colla linea dei mammiferi è l'esteso gruppo dei rettili ed uccelli riuniti. Si possono con Huxley comprendere insieme queste due ultime classi sotto il nome di *sauropsidi*. Si deve considerare come forma-stipite comune di questa

linea principale un estinto rettile lacertiforme del gruppo dei rincocefali (*rhynchocephala*). Da questo si sono svolti come rami variamente divergenti i serpenti, i coccodrilli, le tartarughe, i draghi, ecc., in breve tutte le diverse forme della classe dei *rettili*. Ma anche la rimarchevole classe degli *uccelli* si è svolta direttamente da un ramo del gruppo dei rettili, come è ormai stabilito con assoluta certezza. Gli embrioni

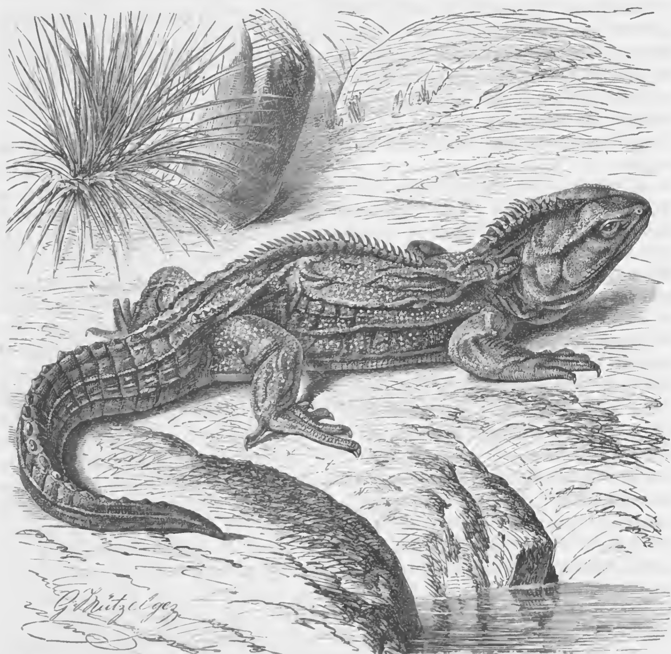


Fig. 266. — L'Hatteria (*Hatteria punctata*) della Nuova Zelanda (l'unico prorettile vivente). Dal Brehm: *Vita degli animali*.

dei rettili e degli uccelli fino ad epoca inoltrata si conservano identici ed in parte sono anche più tardi stranamente simili (cfr. tav. VI e VII). La loro intera organizzazione mostra così spiccata concordanza che nessun anatomo mette più in dubbio l'origine degli uccelli dai rettili. Invece la linea dei mammiferi è sorta dal gruppo dei *mammalo-rettili* (*theromora*), altro ramo dei prorettili. Essa per vero all'ima radice fu connessa colla linea dei rettili, ma poi si è interamente separata da quella svolgendosi in modo affatto proprio. Quale più elevato prodotto dell'evoluzione di questa linea dei *mammiferi* ci si presenta l'uomo, il cosidetto « coronamento della creazione ».

L'ipotesi filogenetica che le tre classi superiori dei vertebrati rappresentino un'unica *stirpe degli amnioti* e che la radice comune ad esse si debba cercare nella classe degli

anfibii è ora ammessa in modo generale. Io aveva stabilito quest'ipotesi già 25 anni fa nella mia « Morfologia generale » designando l'ipotetico gruppo-stipite comune col nome di *protamniota*, più tardi di *prorettili* o *tocosauri*. Ma è solo più tardi che furono conosciuti i numerosi fossili paleozoici che dànno la base paleontologica palpabile a quell'importante ipotesi fondata sui fatti dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi. Solo nel corso dell'ultimo decennio (dal 1881) per le segnalate ricerche di Credner e Cope ci fu dato di conoscere più dappresso e di apprezzare quei tre importantissimi ordini di vertebrati che per questa parte del nostro albero genealogico hanno il massimo interesse: 1° i carboniferi *stegocefali*, coi quali incomincia la serie dei pentanomi cioè dei vertebrati con cinque dita; 2° i permiani *rincocefali* che si sono svolti da quelli e che formano la radice del ceppo degli amnioti; 3° i permiani *teromori* che da questi ultimi conducono direttamente ai mammiferi.



Fig. 267. — *Homoeosaurus pulchellus*, prorettile giurassico del Giura di Kelheim. Da Zittel.

L'ordine dei *rincocefali* (*rhynchocephala*) attira poi dapprima la nostra speciale attenzione, quale gruppo-stipite comune degli amnioti. Quest'ordine fu stabilito fin dal 1867 dal Günther per un'unica forma di rettili che sino allora si era considerata come una semplice lucertola. Questa è la notevole *Hatteria punctata* che vive solo nella Nuova Zelanda (fig. 266). All'esterno questo prorettile è difatto poco differente da una comune lucertola; ma in molti ed importanti caratteri della sua interna struttura, sopratutto nella costruzione primitiva della colonna vertebrale, del cranio e delle estremità, esso occupa una posizione molto più bassa e si avvicina ai suoi più prossimi progenitori anfibii, agli stegocefali. Così dunque l'*Hatteria fra tutti i rettili viventi si deve considerare come la forma filogeneticamente più antica*, come un superstite isolato dell'antichissimo periodo geologico permiano, il quale è ancora vicinissimo alla comune forma stipite degli amnioti. Essa sarebbe così poco diversa da questa forma-stipite estinta che noi possiamo riunirle entrambe nel gruppo-stipite dei *prorettili*. Allo stesso gruppo appartiene anche la permiana *Palaeohatteria* che il Credner scoprì nel 1888 nel rothliegende del terreno di Plauen presso a Dresda (fig. 268). Ancora più vicino ad esso è forse il genere giurassico *Homoeosaurus* (fig. 267) del quale si trovano scheletri ottimamente conservati nello schisto litografico di Sohlenhofen. Si allontanano un po' più dalla forma-stipite i permiani proterosauri; a questi appartiene la celebre « lucertola primitiva » dello schisto cuprifero di Eisenach, uno dei rettili fossili più antichi e più anticamente descritti; essa fu descritta già nel 1706 dal medico berlinese Spener come « coccodrillo » e chiamata più tardi in suo onore *Proterosaurus Speneri*.

Queste rimarchevoli hatterie non hanno solamente un'importanza massima come gruppo-stipite degli amnioti; ma esse gettano anche il ponte dai rettili ai mammiferi

e cioè più prossimamente ai progenitori a sangue freddo di questa classe, ai *teromori*. Con questo nome designa il Cope un gruppo estremamente ricco ed interessante di rettili estinti del quale noi conosciamo resti fossili soltanto dal sistema permiano e dal trias. Alcuni di questi terosauri (d'acqua dolce) furono descritti già trent'anni fa dall'Owen sotto il nome di *Anomodontia*. Ma solo negli ultimi dieci anni il valentissimo paleontologo americano Cope ha molto allargato le nostre conoscenze su di essi ed ha stabilito il concetto che in quest'ordine si debbano cercare le forme-stipiti dei mammiferi. Di fatto i teromori in tutte le più importanti particolarità della struttura corporea stanno più vicino ai mammiferi di tutti gli altri rettili. Ciò vale in modo affatto speciale per i *pelicosauri* (*pelycosauria*, fig. 269). Tutta la struttura del loro bacino e dei piedi posteriori ha già raggiunto quella forma peculiare che noi troviamo negli infimi mammiferi, nei monotremi. Anche i denti sono già differenziati in incisivi, canini e molari.

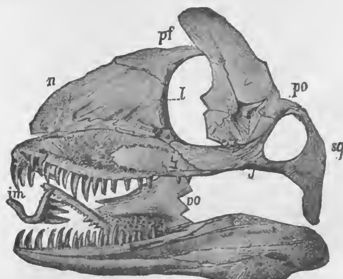


Fig. 268. — Cranio di un'Hatteria permiana (*Palaeohatteria longicaudata*). Da Credner.

n) Osso nasale; *pf*) Osso frontale; *l*) Osso lacrimale; *po*) Osso postorbitale; *sq*) Osso squamoso; *i*) Osso jugale; *vo*) Vomere; *im*) Intermascellare.

Non era dunque una « vana fantasia » ma una sobria e ben fondata ipotesi filogenetica la mia quando già da tempo io designai i pelicosauri col nome di « mammalorettili » considerandoli come quei rettili che gettano il ponte dai protamnioti (*rhynchocephala*) ai mammiferi primitivi (*promammalia*). In realtà noi dobbiamo considerare questo ponte filogenetico come così sicuro e così saldamente fondato che noi possiamo cominciare la *serie dei pentanomi* o pentadattili del nostro albero genealogico umano coi seguenti gradi: 1° anfibii corazzati (*stegocephala*), 2° prorettili (*rhynchocephala*), 3° mammalorettili (*pelycosauria*), 4° promammali (*promammalia*).

Fra i fatti zoologici che nelle nostre ricerche sull'albero genealogico del genere umano ci servono come saldi punti d'appoggio è ad ogni modo uno dei più importanti e fondamentali la posizione dell'uomo nella classe dei *mammiferi* (*mammalia*). Per quanto i zoologi abbiano da lungo tempo giudicata diversamente la più esatta posizione dell'uomo entro questa classe e per quanto differenti possano apparire sopratutto le idee sui suoi rapporti col vicino gruppo delle scimmie, tuttavia nessun naturalista ha mai dubitato che l'uomo nel complesso della sua organizzazione corporea e del suo sviluppo non sia un vero mammifero. Come potete convincervene in qualunque museo anatomico e con qualunque trattato di anatomia comparata, la struttura corporea dell'uomo possiede tutte le particolarità nelle quali concordano tutti i mammiferi e per le quali essi si distinguono nettamente da tutti i rimanenti animali.

Se ora noi interpretiamo filogeneticamente questo fatto anatomico stabilito dal punto di vista della teoria della discendenza ne risulta per noi la conseguenza immediata che l'uomo con tutti gli altri mammiferi appartiene ad uno stesso tronco e nasce con essi da una radice comune. Le svariate particolarità nelle quali concordano tutti i mammiferi e per le quali essi si distinguono da tutti gli altri animali sono però di

tal fatta che qui appunto un'ipotesi polifiletica appare affatto inammissibile. Ci è impossibile concepire che tutti i mammiferi viventi ed estinti siano sorti da più radici diverse ed originariamente separate. Piuttosto se pur noi riconosciamo vera la teoria dell'evoluzione, noi dobbiamo stabilire l'ipotesi monofiletica che *tutti i mammiferi compreso l'uomo si devono derivare da un'unica forma-stipite di mammifero.* Questa forma-stipite antichissima e da gran tempo estinta ed i suoi discendenti più prossimi (diversi fra di loro solo come lo sono all'incirca più generi di una famiglia) saranno da noi designati col nome di *mammiferi primitivi* o *mammiferi stipiti* (*promammalia*). Come già abbiamo visto, questa forma-stipite si svolse dall' antichissimo ceppo dei prorettili in tutt'altra direzione che la classe degli uccelli e si separò già molto di buon'ora dal tronco principale dei rettili. Le differenze che distinguono da una parte i mammiferi, dall'altra i rettili ed uccelli sono così importanti e caratteristiche che una tale semplice biforcazione della sommità dell' albero genealogico dei vertebrati deve essere da noi ammessa con tutta sicurezza. Infatti i rettili ed uccelli che noi comprendiamo sotto il concetto di sauropsidi concordano perfettamente nella caratteristica conformazione del *cranio* e del *cervello*, la quale si distingue spiccatamente da quella dei mammiferi. Il cranio nel più dei rettili od in tutti gli uccelli è collegato colla prima vertebra cervicale (l'*atlante*) per mezzo di un unico rilievo articolare (*condylus*) dell'occipite, nei mammiferi invece da un doppio condilo (come negli anfibii). Nei primi la mandibola inferiore è composta di più pezzi e mobilmente collegata al cranio da uno speciale peduncolo mandibolare (l'osso quadrato); negli ultimi invece la mandibola non risulta che da un paio di pezzi ossei che sono direttamente articolati coll'osso temporale. Inoltre nei sauropsidi (rettili ed uccelli) la pelle è coperta di scaglie o di piume, nei mammiferi invece di peli. I globuli rossi del sangue nei primi hanno un nucleo che negli ultimi manca. Le uova dei primi sono molto grandi, provviste di un potente vitello nutritivo e dalla loro segmentazione discoide nasce una discogastrula; le uova degli ultimi sono per lo più molto piccole, senza vitello nutritivo e dalla loro segmentazione irregolare nasce una gastrula a berretto. Infine due particolarità affatto caratteristiche dei mammiferi per le quali essi si distinguono tanto dagli uccelli e rettili quanto da tutti gli altri animali sono *primo* la presenza di un completo *diaframma* e *secondo* la presenza di *ghiandole lattifere* che permettono il nutrimento del neonato per opera del latte materno. Solo nei mammiferi il diaframma forma un setto trasverso nella

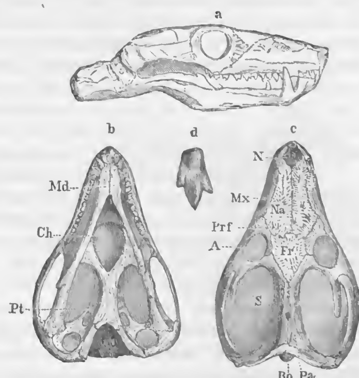


Fig. 269. — Cranio di un teromoro del Trias (*Galesaurus planiceps*) dalla formazione di Karroo nel Sud-Africa. Da Owen.

a) Cranio dal lato destro; *b*) Dal disotto; *c*) Dal disopra; *d*) Molare; *N*) Fori nasali; *NA*) Osso nasale; *Mx*) Mascella superiore; *Prf*) Prefrontale; *Fr*) Frontale; *A*) Cavità orbitali; *S*) Fossa temporale; *Pa*) Occhio apicale; *Bo*) Condilo occipitale; *Pt*) Pterigoideo; *Md*) Mandibola.

cavità toracica, il quale separa *completamente* l'una dall'altra la cavità toracica dalla cavità addominale (cfr. tav. V, fig. 16, *z*). Solo nei mammiferi la madre nutre il suo nato col suo latte e con piena ragione l'intera classe trae da ciò il suo nome.

Da questi significantissimi fatti dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi risulta con piena certezza che tutti quanti i mammiferi sono rami di un unico tronco naturale che si è staccato già molto per tempo dalla radice dei rettili. Da questi fatti risulta poi colla stessa indubitabile certezza che anche il genere umano è un ramo di quel tronco. Infatti tutte le citate particolarità l'uomo le condivide con tutti i mammiferi e per esse si distingue da tutti i rimanenti animali. Da questi fatti ci risultano infine sempre colla stessa certezza quei progressi nell'organizzazione dei vertebrati pei quali un ramo dei teromori si è trasformato nella forma-stipite dei mammiferi. Fra questi progressi noi possiamo rilevare sopratutto i seguenti: 1) la caratteristica trasformazione del cranio e del cervello; 2) la formazione di un rivestimento di peli; 3) il completo sviluppo del diaframma; e 4) la formazione delle ghiandole lattifere e l'adattamento all'allattamento. Di pari passo con essi intervengono altri importanti cambiamenti di struttura.

L'epoca in cui ebbero luogo questi importanti progressi ed in cui fu perciò posta la base della classe dei mammiferi si può collocare con grande verosimiglianza nella prima sezione dell'epoca mesozoica o secondaria; nel *periodo triasico*. Infatti i più antichi resti pietrificati di mammiferi che noi conosciamo sono stati trovati in rocce sedimentarie che appartengono ai più recenti depositi del periodo triasico, al keuperiano superiore. Nella stessa formazione triasica occorrono anche numerosi pelicosauri. È certamente possibile che le forme-stipiti dei mammiferi si siano già sviluppate dai teromori più anticamente (forse già al fine dell'epoca paleozoica, nel periodo permiano). Però di quel tempo resti fossili di essi non ci sono ancora noti. Anche durante tutta l'epoca mesozoica, durante tutto il periodo triasico, giurassico e cretaceo, i resti fossili di mammiferi restano ancora rari ed indicano un debole sviluppo dell'intera classe. Piuttosto durante quest'epoca la parte principale spetta ai rettili ed i mammiferi invece vengono affatto in seconda linea. Disgraziatamente la nostra conoscenza dei mammiferi mesozoici si limita quasi esclusivamente al mascellare inferiore; del rimanente del loro scheletro non si sono conservate che qua e là insignificanti traccie. Una delle forme più antiche è il genere *Dromatherium*, del trias del Nord-America (fig. 270). La sua dentatura ricorda ancora vivamente quella dei pelicosauri. Ci è dunque lecito supporre che questo piccolo mammifero, probabilmente insettivoro, appartenesse al gruppo-stipite dei *promammali* (*promammalia*). Allo stesso gruppo appartiene pure, secondo il Bardeleben, una notevole forma di passaggio mesozoica i cui arti furono descritti dal Seeley sotto il nome di *Theriodesmus phylarchus*. La maggioranza degli antichi resti di mammiferi che occorrono nelle formazioni mesozoiche (specialmente nel Giura) vengono attribuite a marsupiali. Per contro fra di essi non si trova ancora alcuna sicura traccia della terza e più elevata divisione dei mammiferi, cioè dei placentali. Questi ultimi, ai quali appartiene anche l'uomo, sono molto più recenti e non troviamo i loro resti fossili che molto più tardi, in modo certo solo nella susseguente epoca cenozoica, nel terziario. Questo fatto paleontologico è significantissimo per ciò che esso corrisponde interamente a quella serie d'evoluzione degli ordini dei mammiferi la quale risulta indubbiamente dalla loro anatomia comparata ed ontogenesi.

Quest'ultima ci mostra che l'intera classe dei mammiferi si divide in tre gruppi primari o sottoclassi, le quali corrispondono a tre successivi stadii filogenetici di evoluzione di essa. Questi tre stadii, che perciò rappresentano pure tre importanti gradi

di progenitori del nostro albero genealogico umano furono distinti fin dal 1816 dal distinto zoologo francese Blainville e da lui designati secondo la conformazione degli organi sessuali femminili col nome di *ornitodelfi*, *didelfi* e *monodelfi* (*delphys* è l'espressione greca equivalente ad *utero* o *matrice*). L'Huxley li ha distinti più tardi come *prototheria*, *metatheria* ed *epitheria*. Ma non solo nella diversa costituzione degli organi sessuali ma anche in molti altri rapporti quelle tre sottoclassi divergono per tal modo le une dalle altre che noi possiamo enunciare con sicurezza l'importante proposizione filogenetica: i monodelfi o placentali discendono dai didelfi o marsupiali, e questi ultimi a loro volta sono ulteriori discendenti dei monotremi od ornitodelfi.

Ciò essendo noi dovremmo dapprima considerare come nono grado degli antenati del nostro albero genealogico umano il più antico e più basso gruppo primario dei mammiferi; la sottoclasse dei *monotremi* o *cloacati* (*monotrema*, *ornithodelphia* o *prototheria* (fig. 271, 272). Essa ha tolto il suo nome dalla « *cloaca* » che essa condivide ancora con tutti i vertebrati inferiori. Questa cosidetta « cloaca » è la cavità egestoria comune per gli escrementi, per l'urina e pei prodotti sessuali. Gli ureteri ed i canali sessuali sboccano qui ancora nella parte terminale dell'intestino, mentre essi in tutti i rimanenti mammiferi sono completamente distinti dal retto e dall'ano e posseggono una speciale « apertura genito-urinaria » (*porus urogenitalis*). Anche la vescica urinaria nei monotremi sbocca ancora nella cloaca e cioè separatamente dai due ureteri; in tutti gli altri mammiferi questi ultimi sboccano direttamente nella vescica urinaria. Da Haacke e Caldwell fu stabilito nell'anno 1888 il fatto importante che i monotremi depongono grosse uova come i rettili mentre tutti gli altri mammiferi partoriscono figli vivi. Inoltre è peculiare nei monotremi la costituzione della *mamma* o ghiandola lattifera per mezzo della quale tutti i mammiferi allattano per lungo tempo i loro neonati. Qui infatti la ghiandola mammaria non ha ancora un capezzolo che il nato possa succhiare ma vi è solo un sito speciale della pelle traforato a cribro dal quale sgorga il latte che colà viene leccato dal giovane cloacato. Perciò questi animali, sono anche stati chiamati *amasta* (senza capezzolo). Di più il cervello dei monotremi ha ancora un grado di sviluppo molto basso. Esso è più debole di quello di tutti gli altri mammiferi. Sopratutto il cervello anteriore (emisferi) è qui ancora così piccolo che esso non ricopre ancora affatto il cervello posteriore o cervelletto. Nello scheletro (fig. 272) è specialmente notevole, fra altro, la costituzione del cingolo scapolare che è al tutto aberrante da quello degli altri mammiferi e concorda piuttosto con quello dei rettili ed anfibii. Come questi ultimi infatti i monetremi posseggono un coracoide (*coracoideum*) molto sviluppato, un osso robusto che collega le scapole collo sterno. In tutti i rimanenti mammiferi (come nell'uomo) il coracoide è atrofico, fuso colla scapola, e non appare che come un insignificante processo di quest'ultima. Da questa e da molte altre particolarità meno vistose si ricava con certezza che i monotremi occupano fra i mammiferi l'infimo posto e rappresentano un'immediata forma di passaggio fra i pelicosauri ed i rimanenti mammiferi. Tutti quei notevoli caratteri da rettile li avrà anche posseduti ed ereditati dai teromori la forma-stipite dell'intera classe dei mammiferi, il *Promammale* del periodo triasico.

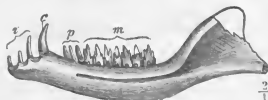


Fig. 270. — Mandibola di un mammifero primitivo o promammale (*Dromatherium silvestre*) dal Trias dell'America del Nord. Da Döderlein.

i) Incisivi; *c*) Canino; *p*) Premolari; *m*) Molari.

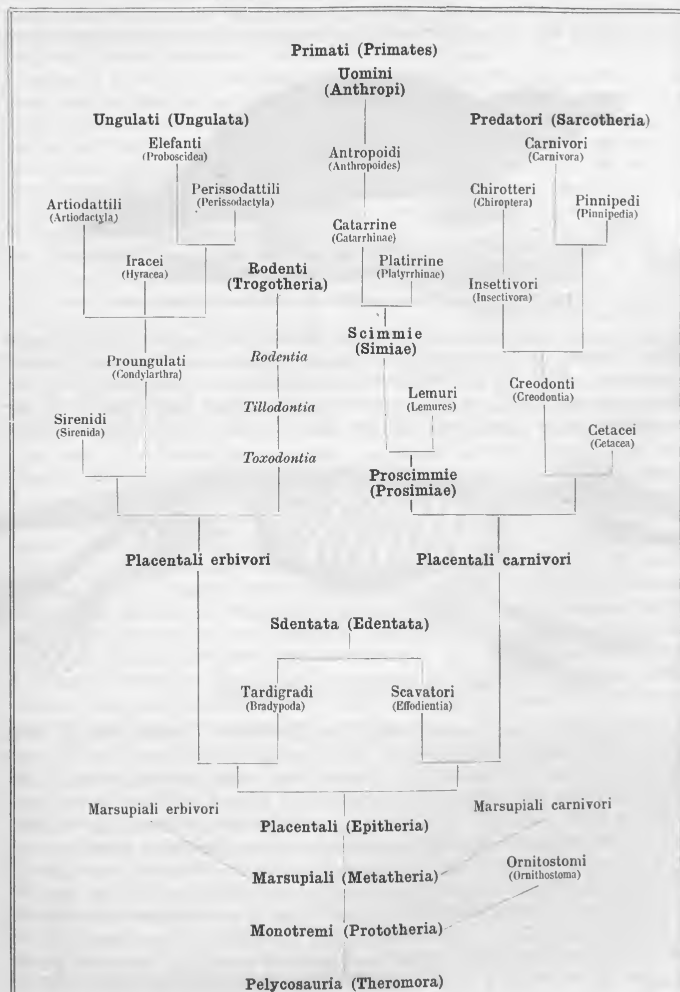
VENTOTTESIMA TABELLA

Specchio del sistema filogenetico dei Mammiferi.

SOTTOCLASSI dei Mammiferi	LEGIONI dei Mammiferi	ORDINI DEI MAMMIFERI	NOME SISTEMATICO degli ordini
I. Sottoclasse **Monotrema** (Ornithodelphia)	I. Monotremi **Prototheria**	1. Promammali	*Promammalia*
		2. Monotremi	*Ornithostoma*
II. Sottoclasse **Marsupialia** (Didelphia)	II. Marsupiali **Metatheria**	3. Marsupiali antichi	*Polyprotodontia* (Generalista)
		4. Marsupiali recenti	*Diprotodontia* (Specialista)
III. Sottoclasse **Placentalia** (Monodelphia) od **Epitheria** — (III-V. Placentali inferiori, per lo più senza decidua) — (VI-VIII. Placentali superiori, per lo più con decidua)	III. Sdentati **Edentata**	5. Scavatori	*Effodientia*
		6. Tardigradi	*Bradypoda*
	IV. Cetomorfi **Cetomorpha**	7. Cetacei	*Cetacea*
		8. Sirenidi	*Sirenia*
	V. Ungulati **Ungulata**	9. Proungulati	*Condylarthra*
		10. Perissodattili	*Perissodactyla*
		11. Artiodattili	*Artiodactyla*
		12. Proboscidati	*Proboscidea*
		13. Iracidi	*Hyracida*
	VI. Rodenti **Trogotheria**	14. Tillodonti	*Tillodontia*
		15. Toxodonti	*Toxodontia*
		16. Rosicanti	*Rodentia*
	VII. Predatori **Sarcotheria**	17. Creodonti	*Creodontia*
		18. Insettivori	*Insectivora*
		19. Carnivori	*Carnivora*
		20. Pinnipedi	*Pinnipedia*
	VIII. Primati **Primates**	21. Chirotteri	*Chiroptera*
		22. Proscimmie	*Prosimiae*
		23. Scimmie	*Simiae*
		24. Uomini	*Anthropi*

VENTINOVESIMA TABELLA

Albero genealogico dei Mammiferi.



Durante il periodo triasico e giurassico la sottoclasse dei monotremi sarà stata rappresentata da numerosi e moltiformi mammiferi-stipiti. Oggidì non vivono più di essa che due ultimi superstiti isolati che noi riuniamo nella famiglia degli *ornitostomi* (*ornithostoma*). Entrambi questi ornitostomi sono limitati alla Nuova Olanda ed alla vicina isola di Van Diemen (o Tasmania): entrambi si fanno ogni anno più rari e



Fig. 271. — L'ornitostoma acquatico (*Ornithorhynchus paradoxus*).

presto faranno parte, come tutti i loro consanguinei, degli animali estinti del nostro globo. L'una forma vive nuotando nei fiumi e si costruisce sulle rive di essi abitazioni sotterranee; questa è il noto ornitorinco (*Ornithorhynchus paradoxus*) con membrane natatorie ai piedi, con fitto e morbido pelame e larghe piatte mascelle che rassomigliano molto ad un becco d'anitra (fig. 271, 272). L'altra forma, l'echidna

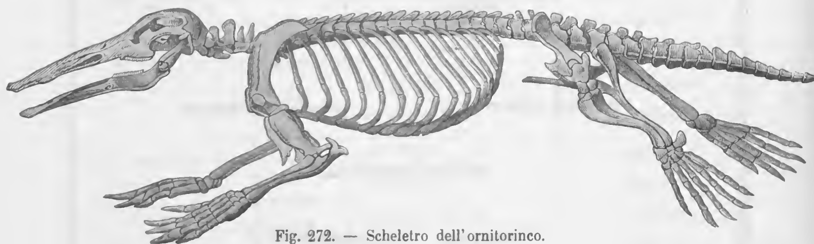


Fig. 272. — Scheletro dell'ornitorinco.

(*Echidna histrix*), ha nel modo di vita e nella caratteristica conformazione del sottile muso e della lunghissima lingua molta rassomiglianza coi formichieri; essa è coperta di aculei e si può ravvoltolare come un riccio. I due ornitostomi ancora viventi non hanno veri denti ossei ed in ciò rassomigliano agli sdentati (*edentata*). Questa mancanza di denti è, come altre particolarità, da considerarsi come un carattere d'adattamento posteriormente acquisito. Invece quegli estinti monotremi che comprendevano le forme-stipiti dell'intera classe dei mammiferi cioè i *promammali* (*promammalia*) erano provvisti di una dentatura sviluppata che avevano ereditata dai rettili (fig. 270, 273). Recentemente anche nei giovani ornitostomi si sono scoperti rudimenti di veri molari sotto alle caduche piastre cornee delle mascelle. Essi hanno un aspetto simile a quello dei *multituberculata*, piccoli molari che sono stati trovati negli strati più alti del Keuper nel Würtemberg ed in Inghilterra (*Microlestes antiquus*). Altri denti più

specializzati di simili promammali si trovano fossili nel giurassico e nel cretaceo (*Bolodon*, *Plagiaulax*).

Si devono considerare come due diverse e divergentissime linee di discendenza di questi promammali da un lato gli ornitostomi tuttora viventi, dall'altro le forme-stipiti dei *marsupiali* (*marsupialia* o *didelphia*). Questa seconda sottoclasse dei mammiferi ha grande interesse essendo un completo grado di passaggio fra le due altre. Mentre i marsupiali da un lato hanno ancora conservato una gran parte delle particolarità dei monotremi, dall'altro lato essi hanno già acquistati importantissimi caratteri dei placentali. Taluni caratteri sono anche proprii solo dei marsupiali, segnatamente la costituzione degli organi sessuali maschili e femminili e la forma della mandibola. Infatti i marsupiali si distinguono per un particolare processo osseo unciniforme che dall'angolo della mandibola sporge incurvato verso l'interno. Poichè nè i monotremi nè i marsupiali non hanno un simile processo si è in grado da questa struttura di riconoscere con verosimiglianza un marsupiale. Ora quasi tutti i fossili di mammiferi che ci son noti dalle formazioni giurassiche e cretacee non sono rappresentati che da mandibole. Di molti mammiferi mesozoici di cui del resto ci sarebbe ignota anche l'esistenza ci è data notizia solo dalla loro mandibola fossile, mentre di tutto il resto del loro corpo non ci fu conservato nemmeno un frammento. Secondo la solita logica che viene applicata in paleontologia dagli « esatti » avversari della teoria della discendenza si dovrebbe concludere che quei mammiferi non possedessero altre ossa all'infuori della mandibola. Frattanto questa notevole circostanza è in fondo facilmente spiegabile. Infatti poichè la mandibola dei mammiferi è un osso massiccio di speciale solidità ma solo lassamente collegato col cranio, così essa si stacca facilmente dal cadavere travolto da un fiume, cade al fondo del fiume stesso e nel fango di questo viene conservata. Il resto del cadavere viene sospinto più oltre e vien poco alla volta distrutto. Ora il più delle mandibole di mammiferi che noi troviamo negli schisti giurassici di Stonesfield e di Purbeck in Inghilterra posseggono quello speciale processo uncinato che distingue la mandibola dei marsupiali. Ci è dunque permesso concludere da questo fatto paleontologico che esse dovettero appartenere a marsupiali. Placentali durante l'epoca mesolitica non sembrano aver ancora affatto esistito o solo verso il termine di essa. Almeno noi non conosciamo ancora con sicurezza dei resti di epiterii appartenenti a quest'epoca.

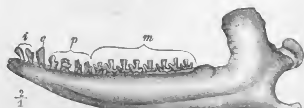
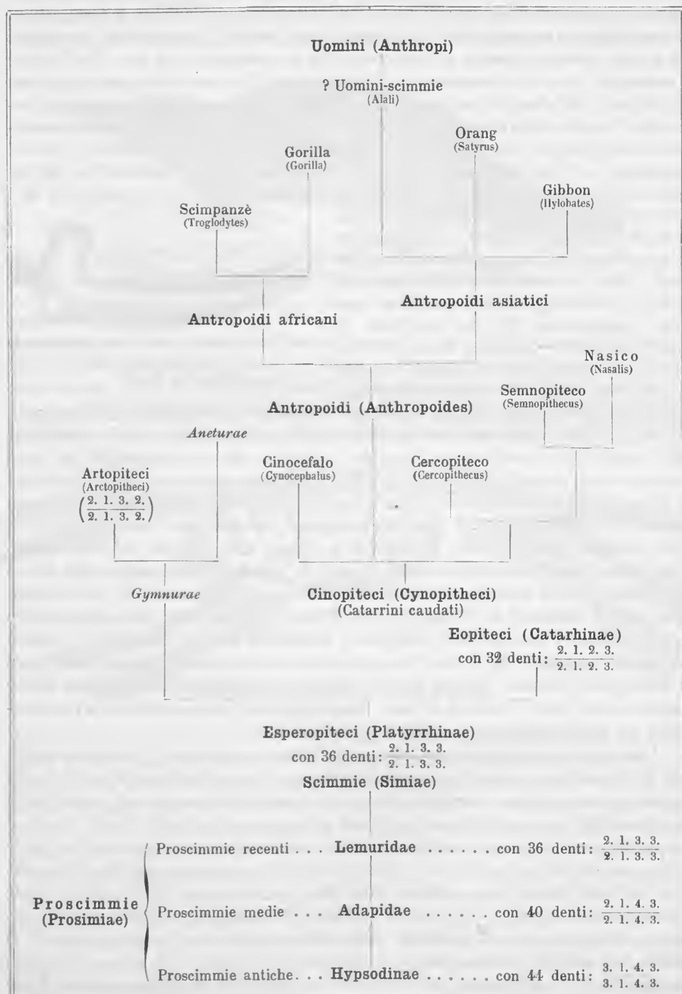


Fig. 273. — Mandibola di un promammale (*Dryolestes priscus*) dal giurassico delle Felsengebirge. Da Marsh.

I marsupiali ancor oggi viventi, dei quali l'erbivoro canguro e la carnivora sariga (fig. 274) sono i più conosciuti, mostrano nella loro struttura, nella forma del corpo e nella grandezza notevolissime diversità e sotto molti rispetti corrispondono ai singoli ordini dei placentali. La gran maggioranza di essi vive in Australia, nella Nuova Olanda e su piccola parte del mondo insulare australiano e malese orientale; alcune poche specie si trovano anche in America. Per contro non vive più al presente neppur un marsupiale sul continente d'Asia, d'Africa o d'Europa. La cosa andava affatto diversamente durante l'epoca mesolitica ed ancora nel principio della cenolitica. Infatti i depositi nettuniani di questi periodi contengono resti numerosi, svariati ed in parte colossali di marsupiali nelle più diverse parti del globo, anche in Europa. Da ciò ci è permesso concludere che i marsupiali tuttora viventi non sono che un ultimo residuo di un

TRENTESIMA TABELLA

Albero genealogico dei Primati.



gruppo primitivamente molto più sviluppato che era sparso su tutta la superficie terrestre. Durante l'epoca terziaria esso nella lotta per l'esistenza soggiacque ai più potenti placentali ed i resti sopravvissuti vennero poco alla volta respinti da questi ultimi nella limitata area di distribuzione che essi occupano presentemente.

Dall'anatomia comparata dei marsupiali tuttora viventi noi possiamo trarre interessantissime conclusioni sulla loro posizione filogenetica intermedia fra i cloacati ed i placentali. Il deficiente sviluppo del cervello (sopratutto degli emisferi), la presenza di ossa marsupiali (*ossa marsupialia*) come pure la semplice costituzione dell'allantoide (da cui non si sviluppa ancora una placenta!) insieme con parecchie altre



Fig. 274. — La sariga cancrivora (*Philander cancrivorus*). Dal Brehm.

particolarità, i marsupiali le ebbero in eredità dai monotremi e le hanno conservate. Per contro essi hanno perduto l'osso coracoide indipendente dal cingolo scapolare. Ma un importante progresso consiste sopratutto nello sparire della cloaca; la cavità del retto coll'apertura anale viene per mezzo di un dissepimento separata dall'apertura urinaria e sessuale (dal *sinus urogenitalis*). Inoltre in tutti i marsupiali si sviluppano speciali capezzoli alle mammelle ed a queste eminenze il neonato si attacca tenacemente succhiando. I capezzoli sporgono nella cavità di una tasca o borsa al lato ventrale della madre, la quale tasca viene sostenuta da un paio di ossa marsupiali. I giovani vengono partoriti in istato molto immaturo e per molto tempo sono portati in giro dalla loro madre nella sua borsa finchè essi siano giunti a compiuto sviluppo. Nel grande canguro gigante che è alto come un uomo l'embrione non si sviluppa nell'utero che per un mese, allora viene partorito in forma estremamente imperfetta e respinge tutto il suo ulteriore sviluppo nel marsupio della madre dove esso rimane circa nove mesi attaccato al capezzolo delle ghiandole mammarie.

Da queste ed altre particolarità (specialmente anche della singolare costituzione degli organi sessuali interni ed esterni del maschio e della femmina, risulta chiaramente che noi dobbiamo considerare l'intera sottoclasse dei marsupiali come un gruppo-stipite unico che si è svolto dal gruppo dei promammali. Da un ramo di questi marsupiali (forse da parecchi) sono derivate più tardi le forme-stipiti dei mammiferi superiori, dei *placentali*. Fra le diverse forme di marsupiali che vivono tuttora e che

per adattamento a diversissime condizioni di esistenza si sono svolte in modo moltiforme, la famiglia delle *sarighe* (*didelphida* o *pedimana*) sembra essere quella che filogeneticamente è più antica e quella che è più prossima alla forma-stipite comune di tutta la sottoclasse. Ad essa appartiene la sariga cancrivora del Brasile (fig. 274) e l'*Opossum* della Virginia sulla cui embriogenesi noi dobbiamo al Selenka un preziosissimo lavoro (cfr. sopra figg. 60-64, pagg. 148-150 e figg. 125-128, pag. 220-222). Questi didelfidi menano come le scimmie vita arborea e come esse afferrano i rami col piede posteriore foggiato a mano; essi si rannodano già alle *proscimmie*.



VENTITREESIMA CONFERENZA

I nostri antenati pitecoidi.

« Un secolo di ricerche anatomiche ci riporta alla conclusione di Linneo, il grande legislatore della zoologia sistematica, che l'uomo è un membro dello stesso ordine cui appartengono le *scimmie* ed i *lemuri*. Non v'ha certo un ordine di mammiferi che ci offra una così straordinaria serie di gradazioni come questo; esso ci conduce insensibilmente dalla corona e dal fastigio della creazione animale giù sino a creature, dalle quali, per giungere alle infime, più piccole e meno intelligenti forme dei mammiferi placentali, non v'ha apparentemente che un passo. Sembrerebbe che la natura, quasi prevedendo l'umana vanità, abbia curato colla fortezza dei prischi romani che la ragione dell'uomo nel suo proprio trionfo collocasse in prima linea gli schiavi per ricordare al vincitore che egli non è che polvere ».

(TOMASO HUXLEY, 1863).

Unità di tipo dei placentali. — Formazione ed importanza della placenta e della decidua. — Serie dei progenitori primati. Proscimmie (Lemuri). — Scimmie occidentali (Platirrine). — Scimmie orientali (Catarrine). — Antropoidi.

Contenuto della ventitreesima Conferenza.

Organizzazione ed unità di tipo dei placentali. — Importanza della placenta. — Sua origine dall'allantoide. — Placenta uterina e fetale. — Formazione della decidua. — Diverse forme di placenta e loro importanza sistematica. — Indeciduati e deciduati. — Malloplacenta, cotyloplacenta, zonoplacenta, discoplacenta. — La placenta discoide dei discoplacentali. — Proscimmie o lemuri. — Hyopsodini ed adapidi. — Origine dell'uomo dalle scimmie. — Legge di Huxley: le differenze di struttura fra l'uomo e le scimmie antropoidi sono minori delle differenze fra le antropoidi e le altre scimmie. — La speciale costituzione della placenta e del suo peduncolo ventrale nell'uomo si ritrova inoltre solo nelle scimmie antropoidi. — Bimani e quadrumani. — Scimmie occidentali (Platirrine) e scimmie orientali (Catarrine). — Dentatura delle scimmie. — Scimmie caudate e scimmie antropoidi. — Uomini primitivi senza favella.

Bibliografia.

THOMAS HUXLEY, *Man's place in Nature,* 1863. Trad. ital., *Prove di fatto intorno al posto che tiene l'uomo nella natura,* Milano 1869.

CARL VOGT, *Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schöpfung und in der Geschichte der Erde,* 1863. Trad. franc., *Leçons sur l'homme, sa place dans la création et dans l'histoire de la terre,* Paris 1865.

ERNST HAECKEL, *Die Anthropologie als Theil der Zoologie* (VII libro della *Generelle Morphologie*). — *Der Stammbaum des Menschen* (*Ibid.*, pagg. CLI-CLX, 1866).

CHARLES DARWIN, *The descent of man and selection in relation to sex,* London 1871. Trad. italiana, *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto al sesso,* Unione Tip.-Edit., Torino 1871.

FRIEDRICH MÜLLER, *Allgemeine Ethnographie,* 1873 (3ª ediz., 1879).

WILLIAM TURNER, *On the placentation of the Apes with a comparison with that of the Human Female* (*Phil. Trans*), vol. CLXIX, 1878.

ROBERT HARTMANN, *Die menschenähnlichen Affe und ihre Organisation im Vergleich zum menschlichen,* 1883. Trad. ital., *Le scimmie antropomorfe,* Milano 1884.

EDWARD COPE, *The Vertebrata of the tertiary formations of the West,* 1874.

ERNST KRAUSE (*Carus Sterne*), *Die Krone der Schöpfung. Vierzehn Essays über die Stellung des Menschen in der Natur,* 1888.

PAUL TOPINARD, *Anthropologie,* 1888.

ROBERT WIEDERSHEIM, *Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit,* 1888.

EMIL SELENKA, *Zur Entwickelung der Affen* (*Berlin. Akad. Sitzungsber,* 48), 1890.

ALFRED BREHM, *Die Säugethiere,* I vol. del *Thierleben* di BREHM, rifuso da PECHUEL-LOESCHE e WILHELM HAACKE. Traduzione ital., *I Mammiferi,* vol. I del BREHM, *Vita degli animali,* Unione Tip.-Edit., Torino 1890.

XXIII.

Signori!

La lunga serie di diverse forme animali che noi dobbiamo considerare come antenati del genere nostro si è ridotta, nel corso delle nostre ricerche filogenetiche, in cerchie sempre più ristrette. Come la gran maggioranza di tutte le forme animali conosciute non appartiene alla linea di discendenza dei nostri progenitori, così anche entro al tipo dei vertebrati solo un piccolo numero di questi potranno essere annoverati. Anche nella classe più elevata di questo tipo, fra i mammiferi, solo poche famiglie devono considerarsi come appartenenti alla linea diretta dei nostri antenati. Le più importanti di queste sono le *scimmie* ed i loro precursori, le *proscimmie* e i più antichi *placentali pitecoidi.*

Tutti i placentali od *epiterii* si distinguono dalle due sezioni inferiori dei mammiferi finora considerate, dai monotremi e marsupiali, per un gran numero di rilevanti particolarità. Tutti questi caratteri li possiede anche l'uomo, e questo è un fatto di massima importanza. Infatti, in base ad esatte ricerche di ontogenia e di anatomia comparata noi possiamo stabilire l'incontrastabile proposizione: « *L'uomo è sotto ogni rapporto un vero placentale* »; esso possiede tutte le particolarità di struttura corporea e di sviluppo per le quali i placentali si distinguono tanto dalle due sezioni inferiori dei mammiferi, quanto anche da tutti i rimanenti animali. Fra queste particolarità caratteristiche si deve specialmente rilevare lo sviluppo superiore dell'organo psichico, cioè del cervello. Segnatamente il cervello anteriore (emisferi) ha in essi un'elevatezza di sviluppo molto maggiore che non negli animali inferiori. Il corpo calloso (*corpus callosum*) che come un largo ponte trasversale collega i due emisferi cerebrali l'uno coll'altro, giunge solo nei placentali ad uno sviluppo completo; nei marsupiali e monotremi esso non esiste che come abbozzo molto imperfetto. Veramente i più bassi placentali per la strettezza del cervello si rannodano ancora strettamente ai marsupiali, ma entro i limiti del gruppo dei placentali noi possiamo seguire pel cervello una serie ininterrotta di gradi di sviluppo sempre progrediente che gradatissimamente si sollevano da quell'infimo grado sino alla superiorità dell'organo psichico delle scimmie e dell'uomo (cfr. la XXIV Confer.). Difatto l'anima umana non è che un'anima di scimmia maggiormente sviluppata.

Le ghiandole mammarie dei placentali sono, come quelle dei marsupiali, provviste di capezzoli bene sviluppati; ma giammai nei primi noi troviamo una borsa nella quale, come negli ultimi, il nato immaturo viene portato ed allattato. Così pure mancano ai placentali le ossa marsupiali (*ossa marsupialia*), quelle ossa nascoste nella parete della borsa ed inserite sul margine anteriore del bacino, le quali son comuni ai marsupiali ed ai monotremi e che provengono da parziale ossificazione dei tendini del muscolo obliquo ventrale interno. Solo in taluni carnivori se ne trova qualche insignificante residuo. In modo affatto generale manca pure ai placentali il processo uncinato dell'angolo delle mandibole che è distintivo dei marsupiali.

Tuttavia la particolarità che caratterizza i placentali distinguendoli da tutti gli altri e dalla quale si è giustamente tratto il nome dell'intera sottoclasse, è lo sviluppo della *placenta*. Vi ricordate che noi abbiamo già parlato incidentalmente di quest'organo quando abbiamo seguito lo sviluppo dell'*allantoide* nell'embrione umano (pag. 267). Il sacco urinario od allantoide, quella peculiare vescica che cresce fuori dalla parte posteriore dell'intestino, ha essenzialmente la stessa struttura e lo stesso significato nell'embrione umano come nel germe di tutti gli altri amnioti (cfr. figg. 182-185). La sottile parete di questo sacco risulta dagli stessi due foglietti o membrane di cui risulta la parete stessa dell'intestino, cioè internamente dal foglietto glandulo-intestinale, ed esternamente dal foglietto fibro-intestinale. La cavità del sacco urinario è ripiena di un liquido, l'« urina primitiva ». Nel foglietto fibro-intestinale dell'allantoide scorrono potenti vasi sanguigni cui incombe la nutrizione e specialmente la respirazione dell'embrione, i *vasi ombelicali* (pag. 382). In tutti i rettili ed uccelli l'allantoide si sviluppa a formare un grande sacco che include l'embrione coll'amnio e che non si salda colla membrana esterna dell'uovo (col chorion). Anche negli ovipari monotremi e nei marsupiali l'allantoide si comporta in simil modo. Solo nella sezione dei placentali esso si sviluppa in quella singolarissima e notevolissima struttura che si chiama appunto *placenta*.

L'essenza di questa placentazione consiste in ciò che i rami dei vasi sanguigni che scorrono nella parete dell'allantoide si addentrano nei villi esodermici del chorion, i quali penetrano in corrispondenti infossamenti della mucosa uterina materna. Questa ultima è pure riccamente provvista di vasi sanguigni che conducono il sangue nutritore della madre all'embrione. Poichè ora la parete divisoria tra questi vasi sanguigni materni e quei vasi dell'embrione nei villi del chorion è estremamente assottigliata, così si sviluppa fra le due sorta di vasi un diretto ricambio di materiale, il quale, per la nutrizione del giovane mammifero, ha la massima importanza. Certamente i vasi sanguigni materni non trapassano direttamente (per anastomosi) nei vasi sanguigni embrionali dei villi del chorion, cosicchè per avventura le due sorta di sangue possano semplicemente mischiarsi. Ma il tramezzo fra le due sorta di vasi si assottiglia in tal guisa che il succo nutritivo facilmente lo attraversa. Mediante questa trasudazione o diosmosi ha luogo senza alcuna difficoltà lo scambio dei più importanti materiali nutritivi. Quanto più grande nei placentali diventa l'embrione, quanto più a lungo esso si trattiene nell'utero materno, tanto più diventa necessario trovare speciali disposizioni organiche adatte al suo grande consumo di nutrimento. Sotto questo rapporto sussiste uno spiccato contrasto fra i mammiferi inferiori e superiori. Nei marsupiali, dove l'embrione rimane per un tempo relativamente breve nell'utero e viene partorito in istato molto immaturo, basta per la sua nutrizione la circolazione del succo vitellino e dell'allantoide che noi incontriamo anche nei monotremi, negli uccelli e nei rettili. Nei placentali invece, dove la gravidanza si prolunga di molto, dove l'embrione rimane per molto maggior tempo nell'uterno materno e raggiunge il suo compiuto sviluppo sotto la protezione delle membrane che lo avvolgono, deve naturalmente esser procurato mediante un nuovo meccanismo, un diretto afflusso di più ricco materiale nutritivo, e ciò accade egregiamente per lo svilupparsi della placenta.

Ora per comprendere chiaramente la costituzione di questa placenta e le sue importanti modificazioni nei diversi placentali e per apprezzarle in modo adeguato noi dobbiamo dapprima gettare ancora una volta uno sguardo retrospettivo sugli invogli esterni dell'uovo di mammifero. Vi ricorderete che l'invoglio esterno di esso era formato in principio, ed ancora durante la gastrulazione, dalla cosidetta « zona

pellucida » e dallo spesso invoglio albuminoso che si era deposto esternamente sopra di esso (figg. 65-68, pag. 151). A questi due invogli esterni, che più tardi si confondono, abbiamo dato il nome comune di *prochorion*. Già di buon'ora (nell'uomo fin dalla prima settimana dello sviluppo) questo prochorion scompare e sottentra al suo posto il *permanente* invoglio esterno dell'uovo, cioè il *chorion*. Quest'ultimo non è però altro che l' « *invoglio sieroso* » (*serolemma*) di cui abbiamo già precedentemente imparato a conoscere l'origine dal foglietto esterno della vescica blastodermica (cfr. pag. 294 e figg. 189, 190, pag. 270). In principio esso è una membrana affatto liscia e sottile, la quale, come sferica vescica chiusa, involge l'uovo intero. Presto però il chorion si riveste di una quantità di piccoli sollevamenti o villi (figg. 181 e 191, *chz*). Questi crescono, addentrandosi nelle cavità delle ghiandole uterine, in infossamenti tubolari della mucosa dell'utero e così fissano l'uovo alla parete dell'utero. Come tutto il chorion, anche i suoi villi cavi risultano di un sottile strato cellulare che appartiene alla lamina cornea e di un sottile strato sottostante di connettivo lasso (continuazione del mesoblasto parietale). Molto presto essi ragginngono uno straordinario sviluppo crescendo e ramificandosi fortemente. Dovunque dallo invoglio sieroso germogliano nuovi villi e presto (nell'embrione umano già nella seconda settimana) tutta la superficie dell'uovo è rivestita da un fitto strato di elegantissimi villi (tav. XII e fig. 181, pag. 266). Come ha mostrato recentemente il Selenka, questi villi sono rivestiti esternamente da uno strato cellulare materno, dall'epitelio piatto delle ghiandole uterine. Questo saldamento avviene già nella prima settimana dello sviluppo.

Fig. 275. — Invogli dell'embrione umano (schematica).

m) La spessa parete carnosa dell'utero (o matrice); *plu*) Placenta (il cui strato interno *plu'* si addentra con prolungamenti fra i villi *chz*) del chorion); *chf*) Chorion villoso, *chl*) Chorion liscio; *a*) Amnio; *ah*) Cavità amniotica; *as*) Guaina amniotica del cordone ombelicale (che inferiormente va all'ombelico dell'embrione che qui non è figurato); *dg*) Dotto vitellino; *ds*) Sacco vitellino; *dv*) Decidua vera; *dr*) Decidua falsa; La cavità uterina *uh* si apre inferiormente nella guaina, superiormente a destra in un ovidotto (*t*). Dal Kölliker.

Ora in questi villi del chorion penetrano dall'interno dei vasi sanguigni ramificati che nascono dal foglietto fibro-cutaneo dell'*allantoide* e che ricevono il sangue dell'embrione ricondotto dai vasi ombelicali (fig. 275, *chz*). Dall'altro lato si sviluppano fitte reti vascolari nella mucosa che riveste la superficie interna dell'utero materno soprattutto presso alle infossature nelle quali penetrano i villi del chorion (*plu*). Queste reti di arterie ricevono il sangue materno, affluente dai vasi dell'utero. Collo sparire del tessuto connettivo interposto fra gli allargati capillari dell'utero si formano ampie cavità ripiene di sangue materno nelle quali sporgono liberamente i villi del chorion dell'embrione. Ora il complesso di queste due sorta di vasi che qui vengono in intima correlazione insieme coi tessuti connettivi colleganti ed involgenti si chiama *placenta*. Dunque propriamente la placenta è costituita da due parti affatto diverse benchè intimamente collegate: internamente dalla placenta embrionale (*placenta foetalis*, fig. 275, *chz*), esternamente dalla placenta materna (*placenta uterina*, *plu*). Questa ultima è formata dalla mucosa uterina e dai suoi vasi sanguigni, la prima dal villoso chorion e dai vasi ombelicali dell'embrione (cfr. fig. 186, pag. 269).

Ora la guisa in cui queste due placente si riuniscono a formare una placenta unica, come pure la struttura, forma e grandezza di quest'ultima, sono nei diversi placentali molto diverse e ci dànno preziosi punti d'appoggio per la classificazione naturale e perciò anche per la filogenesi dell'intera sottoclasse. Basandoci su queste differenze noi dividiamo dapprima la detta sottoclasse in due sezioni primarie: i placentali *inferiori* che chiameremo *indecidua* ed i placentali *superiori* che chiameremo *deciduata*.

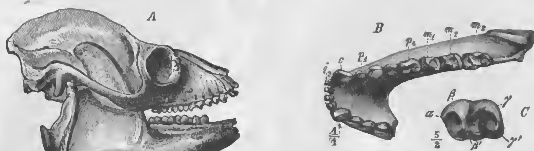
Agli *indecidui* o placentali inferiori appartengono due estesi ed importanti gruppi di mammiferi: primo gli *ungulati* (*ungulata*): i tapiri, porci, ruminanti, ecc.; e, secondo, i *cetacei* (*cetacea*): i delfini, le balene, ecc. In tutti questi indecidui i villi del chorion rimangono sparsi, isolati o raggruppati a cespugli, su tutta la superficie del chorion (o sulla massima parte di essa). Il suo legame colla mucosa uterina è affatto *lasso*, cosicchè senza sforzo e con tutta facilità si può estrarre tutta l'esterna membrana dell'uovo coi suoi villi dagli infossamenti della mucosa uterina, come la mano da un guanto. In nessun punto della superficie di contatto ha luogo un vero saldamento delle due placente. Perciò nel parto la placenta embrionale (la *placenta foetalis*) vien sola espulsa; la placenta materna (*placenta uterina*) non viene espulsa insieme ad essa. In complesso la mucosa dell'utero gravido è poco modificata e nel parto non sanguina e non subisce alcuna perdita diretta di sostanza. Nei cetacei e nel più degli ungulati i villi sono uniformemente distribuiti sull'intero chorion (placenta villosa, *malloplacenta*). Per contro nel più dei ruminanti i villi ramificati si riuniscono a formare dei ciuffi sparsi o cotiledoni (placenta a ciuffi, *cotyloplacenta*).

Tutt'altra è la struttura della placenta nella seconda, e superiore, divisione dei placentali o nei *deciduati*. A quest'esteso ed elevatissimo gruppo di mammiferi appartengono tutti i carnivori ed insettivori, i rosicanti, i pipistrelli e le proscimmie, e infine anche le scimmie e l'uomo. Per vero anche in tutti questi indeciduati l'intera superficie del chorion è da principio interamente coperta di villi. Questi però più tardi su parte della superficie scompaiono sviluppandosi tanto maggiormente sull'altra parte di essa. Così nasce un differenziamento fra il chorion liscio (*chorion laeve*, fig. 275, *chl*) ed il chorion fittamente villoso (*chorion frondosum*, fig. 275, *chf*). Il primo non ha che villi deboli e sparsi o non ne ha affatto, mentre il secondo è coperto di grandi villi fortemente sviluppati; quest'ultimo solo costituisce nei deciduati la placenta.

Ancor più caratteristico è però per i deciduati il collegamento speciale ed al tutto intimo che qui si sviluppa fra il *chorion frondosum* ed il sito corrispondente della mucosa uterina, e che deve essere considerato come una vera *fusione*. I villi vascolarizzati del chorion si infiltrano talmente coi loro rami nel tessuto ricco di vasi della mucosa uterina e le due sorta di vasi vengono qui in così intimo contatto ed intreccio che non si può più affatto distinguere la placenta fetale dalla placenta materna; entrambe formano piuttosto un tutto solo, una placenta compatta, apparentemente semplice, in forma di focaccia. In seguito a quest'intima fusione tutto un pezzo della mucosa uterina nel parto viene espulso insieme colle membrane dell'uovo, le quali vi aderiscono saldamente. Questa porzione del corpo materno che si stacca per tal modo nel parto noi, a cagione della sua caducità, la chiamiamo membrana caduca o membrana decidua o semplicemente la *decidua*. Poichè essa appare finamente bucherellata a cribro, essa spesso viene anche detta *membrana cribrosa*. Tutti i placentali superiori che hanno una simile decidua vengono perciò compresi sotto il nome di *deciduata*. Collo staccarsi che fa nel parto la membrana cribrosa, è naturalmente

unita una perdita più o meno considerevole di sangue da parte della madre, il che negli indecidui non avviene. Inoltre nei decidui dopo il parto la porzione perduta della mucosa uterina deve essere rigenerata.

Però nell'esteso gruppo dei deciduati la struttura della placenta e della decidua non è menomamente uguale dappertutto. Piuttosto si hanno ancora sotto questo rispetto molte differenze importanti che in parte coincidono con altri notevoli caratteri strutturali (per esempio del cervello, della dentatura, dei piedi) e perciò con ragione possono essere da noi utilizzate per la classificazione filogenetica dei placentali. Secondo la forma della placenta noi possiamo dapprima distinguere nei deciduati due grandi gruppi: nell'uno dei gruppi essa è annulare od a cintura, nell'altro è discoide od a focaccia. Nei *deciduati con placenta a cintura* (*zonoplacentalia*) solo i due poli dell'uovo restano liberi di formazione placentale. La placenta appare qui come un largo



Fig, 276. — Cranio di una proscimmia fossile (*Adapis parisiensis*) del miocene di Quercy.
A, Veduta laterale da destra in mezza grandezza naturale; *B*, Mandibola; *C*, Molare inferiore; *i*) Incisivi; *c*) Canini; *p*) Premolari; *m*) Molari veri.

cingolo chiuso che occupa tutta la zona mediana dell'uovo. Questo caso si ha in tutti i *carnivori* (*carnassia*), tanto nei carnivori terrestri (*carnivora*) come nei carnivori marini o foche (*pinnipedia*) che da essi sono derivati.

Il secondo gruppo, il più elevato, è formato dai *deciduati con placenta discoide* (*discoplacentalia*): la placentazione è qui per lo più localizzata e sviluppatissima. La placenta forma una focaccia densa, spugnosa, che ha per lo più l'aspetto di un disco circolare od ovale e che solo con un lato aderisce alla parete dell'utero. Qui dunque la maggior parte della membrana embrionale dell'uovo è liscia, senza villi sviluppati. Ai discoplacentali appartengono le proscimmie e gli insettivori, i rosicanti e pipistrelli, le scimmie e l'uomo. Due soli di questi ricchi gruppi di discoplacentali hanno interesse nel nostro albero genealogico umano, gli ordini delle proscimmie e delle scimmie.

Le *proscimmie* o *lemuri* (*prosimiae*) non sono più rappresentate presentemente che da pochissime forme. Queste però sono di molto interesse e si devono considerare come gli ultimi resti sopravviventi di un gruppo un dì ricco di forme. Resti pietrificati se ne trovano già nelle più antiche roccie terziarie d'Europa e del Nord-America, nell'eocene e nel pliocene. I più primitivi fra essi, gli *hyopsodini*, si rannodano direttamente ai più antichi placentali, dei quali hanno ancora la *dentatura tipica* intera, con 44 denti ($\frac{3.\ 1.\ 4.\ 3}{3\ 1\ 4.\ 3}$). Gli *adapidi* invece (fig. 276) non hanno più che 40 denti, avendo perduto un incisivo per ogni mezza mascella ($\frac{2.\ 1.\ 4.\ 3}{2.\ 1.\ 4.\ 3}$). I miseri resti che ancora sopravvivono sono dispersi sulla parte meridionale del mondo antico. Il più delle specie vivono a Madagascar, altre sul Continente asiatico ed africano. Questi sparsi epigoni sono tra loro molto diversi. Alcuni, da quanto pare, si collegano fortemente ai marsupiali (specialmente alle sarighe). Altri (*macrotarsi*) sono molto vicini agli

insettivori, altri ancora (*Chiromys*) ai rosicanti. Un genere (*Galeopithecus*) forma il passaggio immediato ai chirotteri. Infine alcune proscimmie (*brachytarsi*) si rannodano strettamente alle vere scimmie. Fra questi ultimi vi sono anche alcune forme prive di coda (per esempio il Lori, *Stenops*, fig. 277). Da questi interessantissimi ed importantissimi rapporti delle proscimmie coi diversi ordini di discoplacentali ci è ben lecito conchiudere che esse, fra i rappresentanti tuttora viventi di questo gruppo, sono quelli che erano più prossimi alla primitiva forma stipite comune di esso. Fra i comuni progenitori diretti delle scimmie e dell'uomo si saranno trovati dei deciduati che noi, se li avessimo viventi davanti agli occhi, collocheremmo nell'ordine delle proscimmie.

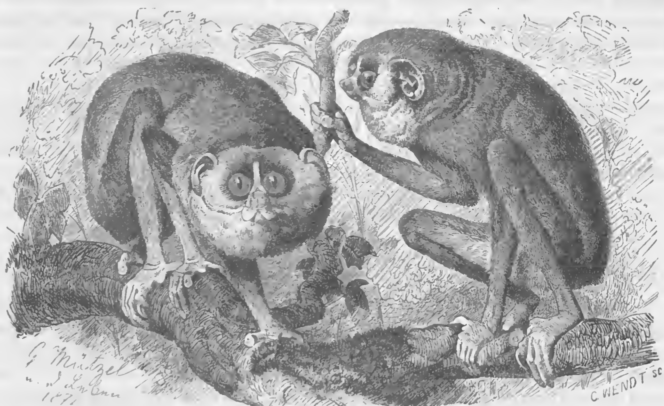


Fig. 277. — Il lori snello (*Stenops gracilis*) di Ceylon.

Noi possiamo dunque considerare quest'ordine come un grado speciale, come *ventunesimo grado* del nostro albero genealogico umano, rattaccandoli ai marsupiali. Probabilmente i nostri *antenati prosimii* saranno stati vicini ai moderni *brachytarsi* o *lemuri* (*Lemur, Lichanotus, Stenops*) e come essi avran menato una vita tranquilla e contemplativa arrampicandosi sugli alberi. Le proscimmie ancora viventi sono per lo più animali notturni di temperamento dolce, melancolico, e si nutrono di frutti.

Alle proscimmie si legano direttamente, come *ventiduesimo grado* di progenitori del genere umano, le vere *scimmie* (*simiae*). Da molto tempo non c'è più il minimo dubbio che fra tutti gli animali le *scimmie* siano quelli che per ogni riguardo sono più vicini all'uomo. Come da un lato le scimmie inferiori si collegano strettamente alle proscimmie, così dall'altro lato le scimmie superiori si collegano direttamente cogli uomini. Anzi, se noi percorriamo accuratamente l'anatomia comparata delle scimmie e dell'uomo, noi possiamo rintracciare nell'organizzazione delle scimmie un graduato ed ininterrotto progresso fino ad una struttura prettamente umana, ed allora, discutendo senza preconcetti questa « questione della scimmia », che fu trattata negli ultimi tempi con interesse così passionato, noi arriviamo infallibilmente a questa importante proposizione stabilita per la prima volta dall'Huxley: « Qualunque sia il sistema di organi

che noi consideriamo, la comparazione delle loro modificazioni nella serie delle scimmie ci conduce allo stesso risultato: che le differenze anatomiche che dividono l'uomo dal gorilla e dal chimpanzé non sono così grandi come quelle che separano il gorilla dalle scimmie inferiori ». Tradotta in linguaggio filogenetico questa grave legge maestrevolmente stabilita dall'Huxley equivale al detto popolare: « *l'uomo deriva dalle scimmie* ».

Per convincerci profondamente della certezza di questa legge di Huxley rivolgiamoci ora ancora una volta a quegli organi al cui diverso sviluppo noi, nelle nostre precedenti ricerche filogenetiche, abbiamo dato con ragione un valore speciale, cioè alla *placenta* ed alla *decidua*. Certamente gli uomini e le scimmie nella costituzione della loro placenta discoide e della loro decidua concordano in generale coi rimanenti discoplacentali. Ma nella minuta struttura di esse l'uomo si distingue per certe particolarità che egli condivide solo colle scimmie più elevate e che mancano al rimanente dei deciduati. Infatti nell'uomo e nelle scimmie superiori si distinguono nella decidua tre diverse parti: decidua esterna, interna e placentale. La *decidua vera* od *esterna* (*decidua externa seu vera*, fig. 275, *dv*; 278, *g*) è quella parte della mucosa uterina che riveste la superficie interna della cavità dell'utero, dappertutto colà dove essa non è connessa colla placenta. La *decidua placentale* o *spugnosa* (*decidua placentalis s. serotina*, vedi la fig. 275, ***plu***, e la fig. 278, *d*) non è altro che la placenta stessa o la parte materna della placenta (*placenta uterina*), cioè quella parte della mucosa dell'utero la quale è intimamente fusa coi villi della placenta fetale (*placenta foetalis*). Infine la *decidua interna* o *falsa* (*decidua interna s. reflexa*, fig. 275, *dr*, fig. 278, *f*) è quella parte della mucosa uterina che involge, adattandovisi strettamente, come una speciale, sottile membrana, la rimanente parte della superficie dell'uovo, cioè il chorion liscio, senza villi (*chorion laeve*). L'origine di queste tre diverse decidue, sulle quali si avevano una volta idee affatto false (conservate anche ora nelle denominazioni), è ben chiara: l'esterna *decidua vera* è lo strato superficiale della primitiva mucosa uterina, il quale si è peculiarmente modificato e che più tardi si distacca. La placentale *decidua serotina* è quella parte della precedente che è interamente trasformata dal penetrarvi dei villi del chorion e che viene impiegata a formare la placenta. Infine l'interna *decidua reflexa* nasce dal sollevarsi di una ripiegatura annulare della mucosa

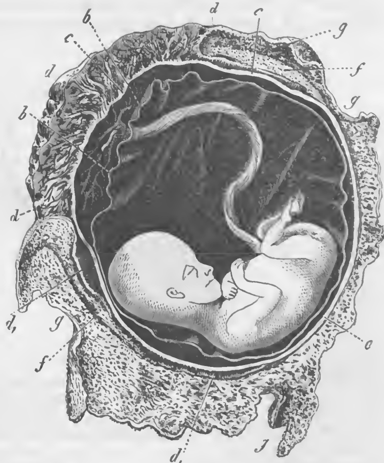


Fig. 278. — Embrione umano di 12 settimane colle sue membrane, in grandezza nat. Dal suo ombilico il cordone ombilicale va alla placenta.

b) Amnio; c) Chorion; *d*) Placenta; *d'*) Resti di villi sul chorion liscio; *f*) Interna membrana cribrosa (*decidua reflexa*); *g*) Membrana cribrosa esterna (*decidua vera*). Da B. Schultze.

(al limite fra la *d. vera* e la *d. serotina*) e dal distendersi di essa sull'uovo (a guisa dell'amnio) fino a rinchiuderlo completamente (160).

Le singolari disposizioni anatomiche che distinguono gli invogli dell'uovo umano si ritrovano affatto uguali nelle scimmie superiori, ma non altrove. Le scimmie inferiori, come i rimanenti discoplacentali, mostrano differenze più o meno considerevoli e cioè, per solito, disposizioni più semplici. Ciò si dica sopratutto della minuta struttura della placenta stessa, della fusione dei villi del chorion colla decidua serotina. La *placenta umana matura* è un disco circolare (raramente ovale), di natura molle, spugnosa, del diametro di 6-8 pollici, spesso circa un pollice e pesante 1-1 $^1/_2$ libbra.



Fig. 279. — Embrione umano maturo (al termine della gravidanza, nella sua positura naturale, estratto dalla cavità dell'utero).

Contro la parete interna di quest'ultimo (a sinistra) la placenta che per mezzo del cordone ombilicale è collegata all'ombilico del bambino. Da Bernando Schultze.

La sua superficie concava esterna (quella saldata all'utero) è affatto liscia e rivestita dall'amnio (fig. 275, *a*). Presso al centro nasce dalla placenta il *cordone ombelicale* (*funiculus umbilicalis*), di cui abbiamo già appreso precedentemente a conoscere l'origine (pag. 268). Esso è pure ravvolto, come da una guaina, dall'amnio, il quale alla sua estremità ombelicale trapassa direttamente nella parete del ventre (fig. 278). Il funicolo ombelicale maturo è un cordone cilindrico, avvolto a spirale sul suo asse, lungo per solito circa 20 pollici e spesso $^1/_2$ pollice. Esso risulta di un tessuto connettivo gelatinoso (« gelatina di Wharton ») in cui si ritrovano i resti dei vasi vitellini, come pure i potenti vasi ombelicali: le due arterie ombelicali che conducono il sangue dell'embrione nella placenta e la grande vena ombelicale che riconduce il sangue da quest'ultima vena al cuore. Gli innumerevoli ramuscoli di questi vasi ombilicali dell'embrione penetrano nei ramificati villi del chorion della placenta fetale, ed infine, fusi con questi, penetrano in modo singolarissimo nelle ampie cavità piene di sangue che si espandono nella placenta uterina e che contengono sangue materno. Le intricatissime e difficili relazioni anatomiche che qui si formano tra la placenta fetale e quella materna si trovano in tal guisa solo nell'uomo e nelle scimmie antropoidi, mentre in tutti gli altri deciduati esse si presentano più o meno diverse. Anche il cordone ombelicale nell'uomo e nelle scimmie è comparativamente più lungo che non nel rimanente dei mammiferi.

Sino a poco fa dominava il concetto che l'embrione umano sia distinto per la particolare formazione di un allantoide massiccio e di uno speciale « *peduncolo ventrale* » e che il cordone ombelicale nasca da questo in modo differente da quello degli altri mammiferi. Gli avversari dell'antipatica « teoria della scimmia » davano gran peso a ciò e credettero così di avere alfin trovato un importante carattere che mettesse l'uomo in opposizione con tutti gli altri animali placentali. Ma dalle importanti ricerche pubblicate nel 1890 dal distintissimo zoologo Selenka è stato dimostrato che *quelle speciali particolarità della placentazione l'uomo le divide colle scimmie antropomorfe*, mentre esse mancano alle altre scimmie. Mentre dunque i nostri avversari volevano trovare qui un'importante *testimonianza contro* all' « origine dell'uomo dalle scimmie », noi ora vi riconosciamo al contrario una importantissima *testimonianza a favore* della verità di questa discendenza pitecoide.

I nuovi fatti scoperti dal Selenka nel viaggio di ricerche zoologiche nell'India, da lui intrapreso a questo scopo, hanno così fondamentale importanza e permettono così estese conclusioni, che riporterò qui letteralmente i suoi risultati: « Alcuni organi embrionali nelle scimmie e nell'uomo si sviluppano parte più tardi, parte più presto che non sia il caso per gli altri mammiferi. Alle formazioni *precoci* appartengono: 1° il gran numero dei villi del chorion; 2° i sacchi celomici, dal cui allargarsi il sacco vitellino viene di buon'ora levato via e l'amnio viene chiuso; 3° il peduncolo dell'allantoide. Per ultimo appaiono come formazioni *ritardate:* 1° il sacco vitellino. Esso per vero si stacca di buon'ora dalla vescica blastodermica, ma la sua rete vascolare non si sviluppa che più tardi. Poichè esso è stato interamente esonerato dalla sua funzione di organo respiratorio e nutritorio, esso deve essere considerato come organo rudimentale. Nel chorion esso non manda mai vasi, poichè tutte le vie circolatorie del chorion sono esclusivamente vasi allantoidali; 2° protratto è poi l'apparire di una *cavità* allantoidale; e 3° il differenziarsi dell'area germinativa. Come peculiari *strutture isolate* sarebbero poi da nominare: 1° il lasso tessuto della somatopleura che tappezza il chorion; 2° il persistente stilo amniotico; 3° l'allargamento dell'amnio e la sua fusione col chorion; 4° il degradamento del sacco vitellino ad organo rudimentale; 5° il formarsi di due placente contrapposte, delle quali tuttavia l'una può restare rudimentale; 6° il fissarsi della parte non placentale della capsula embrionale, sia essa *chorion laeve* o *decidua reflexa*, alla circostante parete dell'utero ».

Come per queste importanti particolarità così anche per altri rapporti morfologici l'uomo dimostra essere membro dell'ordine delle scimmie e non si può separare da queste. Già il grande fondatore della sistematica descrittiva, il celebre Carlo Linneo, riunì con intuito profetico in una stessa divisione naturale che egli chiamò *dei primati*, cioè primi signori del regno animale, l'uomo, le scimmie, le proscimmie ed i chirotteri. Naturalisti posteriori smembrarono quest'ordine dei primati. Dapprima l'anatomico Blumenbach di Gottinga fondò per l'uomo un ordine speciale che egli chiamò dei *bimani* (*bimana*); in un secondo ordine egli riunì le scimmie e le proscimmie sotto il nome di *quadrumani* (*quadrumana*) ed un terz'ordine fu costituito dai *pipistrelli* (*chiroptera*) che loro sono più lontanamente affini. La separazione dei bimani e quadrumani fu conservata dal Cuvier e dal più dei zoologi seguenti.

Essa, in via di principio, sembra importante, di fatto però è interamente ingiustificata. Ciò fu dimostrato per la prima volta nel 1863 dal celebre zoologo inglese Huxley. Appoggiato a ricerche esattissime di anatomia comparata esso provò che le scimmie sono altrettanto bimani quanto l'uomo, o se si preferisce, che l'uomo è

altrettanto quadrumane quanto le scimmie. Huxley mostrò in fatti con chiarezza convincente che i *concetti* di mano e di piede sin'allora erano stati compresi erroneamente, basandoli su differenze fisiologiche invece che morfologiche. La circostanza che noi nella nostra mano possiamo contrapporre il pollice alle altre quattro dita, il che ci dà la facoltà di afferrare, sembrò sopratutto caratterizzare la mano di fronte al piede nel quale il dito grosso corrispondente non può essere contrapposto in tal guisa alle altre cinque dita. Le scimmie invece possono tanto coi piedi posteriori come coi piedi anteriori fare l'atto di afferrare e perciò furono considerate come quadrumani. Però anche molte stirpi fra le razze umane inferiori, specialmente i negri, possono usare il loro piede nella stessa guisa della mano. In seguito a precoce abitudine ed a continuo uso essi possono afferrare col piede tanto bene come colla mano (p. es., nell'arrampicarsi possono così afferrare rami di alberi). Ma persino i bimbi neonati della nostra propria razza possono ancora afferrare molto tenacemente coll'alluce e con esso prendere un cucchiaio che loro sia presentato tanto solidamente come colla mano. Quella distinzione *fisiologica* di mano e piede non si può dunque applicare rigorosamente nè scientificamente sostenere. Piuttosto noi dobbiamo quì servirci di caratteri *morfologici.*

Ora una tale distinzione netta morfologica, cioè fondata sulla struttura anatomica, del piede dalla mano, delle estremità anteriori dalle posteriori, è realmente possibile. Tanto nella costituzione dello scheletro osseo come in quella dei muscoli che si inseriscono anteriormente e posteriormente alla mano e al piede esistono differenze essenziali e costanti, e queste le troviamo nell'uomo appunto come nelle scimmie. Essenzialmente diverso è segnatamente l'ordinamento ed il numero delle ossa del carpo e del tarso. Differenze altrettanto costanti offre la musculatura. L'estremità posteriore possiede costantemente tre muscoli (un breve flessore, un breve estensore ed un lungo peroniero), i quali nelle estremità anteriori non si trovano mai. Anche la disposizione dei muscoli è diversa anteriormente e posteriormente. Queste differenze caratteristiche delle estremità anteriori e posteriori si trovano nell'uomo tanto come nelle scimmie. Non vi può dunque essere alcun dubbio che il piede della scimmia merita questa denominazione tanto come quello dell'uomo e che tutte le scimmie siano tanto veri *bimani* come lo è l'uomo. Di fatto il distinguere che si fa comunemente le scimmie come *quadrumani* è morfologicamente al tutto ingiustificato.

Ora però potrebbe sorgere la questione se, facendo affatto astrazione da ciò, non si potrebbero trovare altri caratteri pei quali l'uomo si distingua più dalle scimmie di quel che le diverse specie di scimmie non si distinguano tra loro. A quest'ultima domanda l'Huxley ha risposto definitivamente in modo negativo e così convincentemente che l'opposizione che anche ora vi si fa da più parti deve essere considerata come interamente infondata ed inefficace. L'Huxley fondandosi sulle più esatte ricerche anatomico-comparative su tutte le parti del corpo ha dimostrato il fatto così grave per le sue conseguenze che sotto ogni rapporto anatomico le differenze fra le scimmie superiori e le inferiori sono più grandi che le corrispondenti differenze fra le scimmie superiori e l'uomo. Per tal modo egli restituisce l'ordine linneano dei *primati* (esclusi i chirotteri) e divide quest'ordine in tre diversi sott'ordini dei quali il primo è costituito dalle proscimmie (*lemuridae*), il secondo dalle vere scimmie (*simiadae*), ed il terzo dall'uomo (*anthropidae*) (161).

Se tuttavia noi vogliamo procedere in modo affatto conseguente e scevro di pregiudizi secondo le leggi della logica sistematica, noi, basandoci sulla legge stessa di Huxley, non possiamo trovare sufficiente questa divisione e dobbiamo invece andare

notevolmente più oltre. Come io ho mostrato per la prima volta nel 1866 trattando la stessa questione nella *Generelle Morphologie*, noi siamo interamente in diritto di fare ancora almeno un passo essenziale più in là e di attribuire all'uomo la sua posizione naturale in una delle sezioni dell'ordine delle scimmie. Tutte le particolarità



Fig. 280. — Il drillo (*Cynocephalus leucophaeus*). Da Brehm.

caratteristiche che distinguono questo gruppo di scimmie appartengono anche all'uomo mentre esse mancano alle altre scimmie. Per ciò noi siamo difficilmente in diritto di fondare per l'uomo un ordine speciale distinto dalle vere scimmie.

Già da lungo tempo si è diviso l'ordine delle vere *scimmie* (*simiae*), esclusene le proscimmie, in due precipui gruppi naturali che fra altro sono anche ben distinti per la loro distribuzione geografica. L'una sezione (*hesperopitheci* o *scimmie occidentali*) vive nel nuovo mondo, in America. L'altro gruppo, al quale appartiene anche l'uomo, è quello degli *eopiteci* o *scimmie orientali*, che vivono nel mondo antico, nell'Asia, nell'Africa ed anticamente anche in Europa.

Tutte le scimmie del mondo antico, tutti gli eopiteci, concordano coll'uomo in tutti quei caratteri che nella zoologia sistematica vengono a ragione utilizzati in prima linea per distinguere questi due gruppi di scimmie, sopratutto nella costituzione della

dentatura. Voi obbietterete subito che la dentatura è una parte del corpo fisiologicamente troppo poco essenziale perchè sia permesso in una questione così importante dare un così gran valore alla sua costituzione. Ma questo speciale riguardo alla dentatura ha buon fondamento ed è con pieno diritto e con ragione che i zoologi sistematici



Fig. 281. — L'ilobate dalle mani bianche (*Hylobates lar*). Dal Brehm.

già da oltre un secolo mettono prevalentemente in rilievo la costituzione della dentatura quando si tratti di distinguere e d'ordinare sistematicamente gli ordini dei mammiferi. Il numero, la forma e l'ordinamento dei denti *si eredita* infatti nei singoli ordini dei mammiferi *molto più rigorosamente* che non il più degli altri caratteri zoologici.

La costituzione della dentatura ha dunque nell'uomo speciale importanza. Noi allo stato adulto abbiamo alle nostre mascelle 32 denti e di questi 8 sono incisivi, 4 canini e 20 molari. Gli 8 *incisivi* (*dentes incisivi*), che stanno nel mezzo delle mascelle, mostrano sopra e sotto differenze caratteristiche: nella mascella superiore gli incisivi

interni sono più grossi degli esterni, nella mandibola sono viceversa gli incisivi interni più piccoli degli esterni. A questi segue da ciascun lato sopra e sotto un *canino* (*dens caninus*) che è più grande degli incisivi. Talora esso anche nell'uomo, come nel più delle scimmie ed in molti altri mammiferi, è molto sporgente e forma una specie di zanna. Esternamente a questo seguono infine da ciascun lato sopra e sotto 5 *molari* (*dentes molares*) dei quali i due anteriori sono piccoli, muniti di una sola radice e

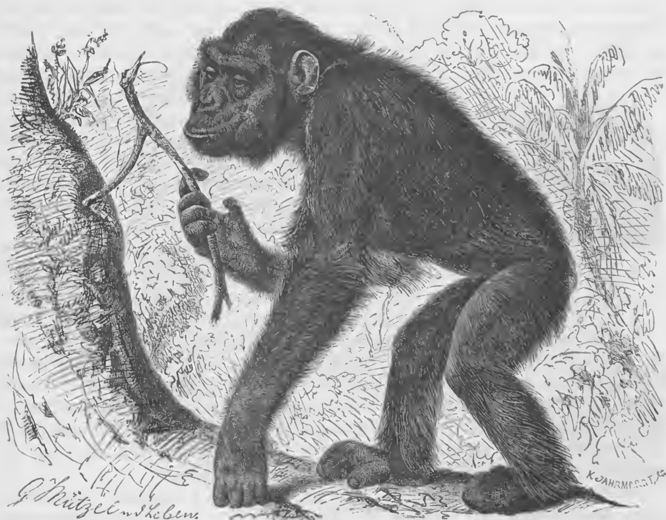


Fig. 282. — Giovane gorilla (*Gorilla gina*). Dal Brehm.

soggetti a ricambio (« *premolari* », *praemolares*), mentre i 3 posteriori sono molto maggiori, muniti di due radici, e non appaiono che dopo il cambio dei denti (« *molari veri* », *tritores*). La stessa precisa costituzione che ha la dentatura umana si ritrova fra le scimmie del mondo antico, in tutte le scimmie che si sono finora trovate viventi o fossili in Asia, Africa ed Europa. Per contro tutte le scimmie del nuovo mondo, tutte le scimmie americane hanno ancora in ogni metà di mascella un dente di più, un premolare. Esse hanno adunque da ciascun lato sopra e sotto 6 molari ed in tutto 36 denti. Questa caratteristica differenza fra le scimmie orientali e le occidentali si è ereditata così costantemente entro i due gruppi che essa ha per noi il massimo valore. Per vero una famiglia di scimmie sud-americane sembra qui fare eccezione. I piccoli graziosi *apalidi* (*hapalida*) ai quali appartengono il mida (*Midas*) e l'uistiti (*Jacchus*, fig. 284) possiedono solo 5 molari in ciascuna mezza mascella (invece di 6) e sembrano così rassomigliare piuttosto agli eopiteci. Ma un più attento esame mostra che essi hanno 3 premolari come tutti gli esperopiteci, e che solo il

molare posteriore è andato perduto. Questa apparente eccezione conferma dunque il valore di quella distinzione sistematica.

Fra gli altri caratteri pei quali si distinguono i due gruppi primari delle scimmie è di speciale importanza ed è sopratutto saliente la conformazione del *naso*. Tutte le scimmie del mondo antico hanno la stessa conformazione del naso come l'uomo; cioè un tramezzo relativamente piccolo fra le due metà del naso cosicchè le narici stanno in basso. In alcune scimmie orientali il naso è persino così sporgente e così caratteristicamente conformato come nell'uomo. Sotto questo rapporto noi abbiamo già precedentemente messo in rilievo il curioso *nasico* che ha un lungo naso ben ricurvo (fig. 284). Il più delle scimmie orientali hanno per vero un naso alquanto piatto, così per esempio il cercopiteco a naso bianco; tuttavia in tutti il setto nasale rimane stretto e sottile. Invece tutte le scimmie americane hanno un'altra conformazione nasale. Il setto nasale è qui inferiormente allargato ed inspessito in modo particolare, le ali del naso non sono sviluppate, ed in seguito a ciò le narici vengono a giacere non all'ingiù ma all'infuori. Anche questa differenza caratteristica nella conformazione del naso si eredita così strettamente nei due gruppi che le scimmie del nuovo mondo si sono perciò chiamate *platyrhinae* (dal naso piatto) e invece quelle del mondo antico *catarhinae* (dalle narici inferiori). Queste ultime sono in complesso più elevate delle prime e filogeneticamente sono da esse derivate in epoca più recente.



Fig. 283.
Capo del nasico (*Semnopithecus nasicus*).

La divisione dell'ordine delle scimmie nei due sott'ordini delle platirrine e catarrine sulla base dei citati caratteri strettamente ereditari è ora accettata generalmente dai zoologi e riceve dalla distribuzione geografica dei due gruppi nell'antico e nel nuovo mondo un valido appoggio. Per la filogenesi delle scimmie segue direttamente da ciò l'importante conseguenza che dall'antichissima forma-stipite comune dell'ordine delle scimmie sono partite già nell'antico terziario due linee divergenti di cui l'una si è sparsa nel nuovo mondo e l'altra nel mondo antico.

Affatto indubbiamente sono da un lato tutti i platirrini discendenti da una forma-stipite comune e così pure dall'altro lato tutti i catarrini; i primi però sono in pari tempo da considerarsi filogeneticamente come il gruppo-stipite dei secondi.

Ora che segue da ciò pel nostro proprio albero genealogico? L'uomo possiede esattamente gli stessi caratteri, la stessa particolare struttura della dentatura e del naso come tutti i catarrini e con ciò si distingue in modo altrettanto netto da tutti i platirrini. Noi siamo dunque costretti ad assegnare all'uomo nel sistema dei primati un posto nel gruppo dei catarrini. Ma per la nostra filogenesi risulta da ciò che l'uomo è direttamente consanguineo colle scimmie del mondo antico e si deve derivare con tutti i rimanenti catarrini da una medesima forma-stipite comune. *L'uomo per tutta la sua struttura e per la sua origine è una vera scimmia catarrina* ed è nato entro i limiti del mondo antico da un'ignota forma estinta di catarrini. Per contro le scimmie del nuovo mondo, o i platirrini, formano un ramo divergente dal nostro albero genealogico, che non ha che lontani rapporti genealogici col genere umano.

Or dunque noi abbiamo ridotto la cerchia delle nostre più prossime parentele al gruppo piccolo e relativamente poco ricco di forme che è costituito dal sott'ordine dei *catarrini* od *eopiteci*. Resterebbe adunque da rispondere alla domanda, quale posizione spetti all'uomo entro ai limiti di questo sottordine e se da questa posizione si possano

ancora trarre ulteriori conclusioni riguardo alla conformazione dei nostri immediati progenitori. Per rispondere a quest'importante domanda hanno massimo valore le estese ed acute ricerche instituite dall'Huxley nelle citate « testimonianze del posto dell'uomo nella natura » riguardo all'anatomia comparata dell'uomo e dei diversi catarrini. Risulta da esse indubbiamente che le differenze fra l'uomo ed i catarrini più elevati (gorilla, scimpanzè, orang) sono sotto ogni rapporto minori delle corrispondenti differenze fra i catarrini superiori e gli inferiori (cercopiteco, macaco, cinocefalo).

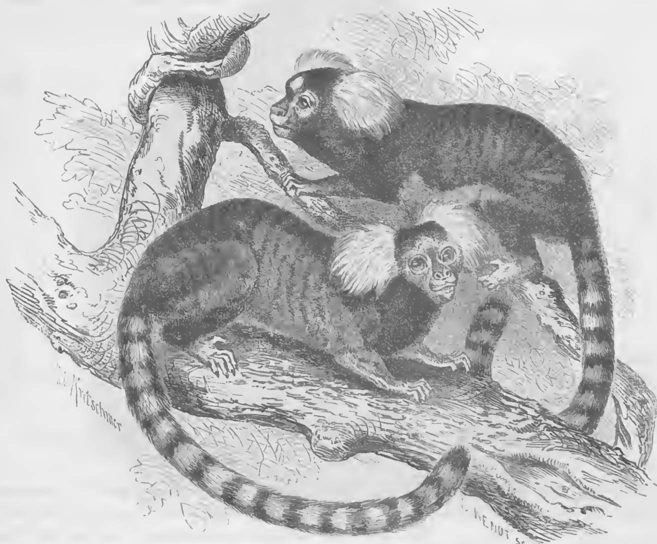


Fig. 284. — L'uistiti (*Jacchus*).

Anzi persino entro al primo gruppo degli ecaudati antropoidi le differenze dei diversi generi fra di loro non sono minori delle corrispondenti differenze fra essi e l'uomo. Questo ce l'insegna già un semplice sguardo agli scheletri di essi (fig. 286-290) quali li ha insieme disposti l'Huxley. Sia che voi poniate a raffronto il cranio, o la colonna vertebrale colla gabbia toracica, o le estremità anteriori, o le posteriori, o sia che voi estendiate i vostri paragoni al sistema muscolare, al sistema circolatorio, al cervello, alla placenta, ecc., sempre, se nel vostro esame vi mantenete scevri di pregiudizi e preconcetti, voi arriverete allo stesso risultato, che l'uomo non si distingue dai rimanenti catarrini in maggior grado di quello in cui si distinguano fra di loro le forme più estreme di questi ultimi (p. es., il gorilla od il cinocefalo). Noi possiamo adunque oramai completare l'importante legge già citata dall'Huxley colla importante proposizione seguente: « *Qualunque sia il sistema di organi che noi prendiamo in considerazione, il paragone delle sue modificazioni nella serie dei catarrini ci conduce*

ad uno stesso risultato: che le differenze anatomiche che dividono l'uomo dai catarrini più elevati (orang, gorilla, scimpanzè) non sono così grandi come quelle che separano questi ultimi dai catarrini inferiori (cercopiteco, macaco, cinocefalo) ».

Fin d'ora noi possiamo dunque ritenere che *la prova che l'uomo discende da altri catarrini è data interamente.* Se anche future ricerche nell'anatomia comparata ed ontogenesi dei catarrini tuttora viventi come pure sui fossili parenti di essi



Fig. 285. — Testa di un vecchio orang maschio. Dal Brehm.

ci promettono ancora notizie di varia sorta riguardo a singoli punti; tuttavia nessuna scoperta futura potrà mai smuovere quell'importante proposizione. Naturalmente i nostri progenitori catarrini avranno dovuto percorrere una serie di diverse forme prima che in ultimo come forma più perfetta ne venisse fuori l'uomo. Come i più importanti progressi che determinarono questa « creazione dell'uomo » il suo differenziamento dai prossimi catarrini, sono da considerarsi: l'abitudine dell'incesso eretto ed il maggior differenziamento degli arti superiori ed inferiori che a quello è connesso, poi lo sviluppo della favella articolata e del suo organo, la laringe, finalmente sopratutto il più perfetto sviluppo del cervello e della sua funzione che è l'anima; su ciò avrà esercitato un influsso straordinariamente importante la scelta sessuale, come ha mostrato egregiamente il Darwin nella sua opera sulla scelta sessuale (162).

Riguardo a questi progressi noi fra i nostri antenati pitecoidi possiamo ancora distinguere almeno quattro importanti gradi di progenitori che segnano momenti

salienti nel processo storico universale dell' « *umanamento* ». Come *ventiduesimo grado* del nostro albero genealogico umano noi potremmo dapprima collegare alle proscimmie i più antichi ed infimi platirrini del sud-America con una dentatura di 36 denti; essi si sono svolti dai primi per lo svilupparsi del caratteristico capo da scimmia, per la speciale trasformazione del cervello, della dentatura, del naso e delle dita. Da queste scimmie-stipiti eoceniche sono sorte per modificazione del naso e per la perdita di 4 premolari i più antichi catarrini od eopiteci colla dentatura umana di 32 denti. Ad ogni modo queste più antiche forme-stipiti dell'intero gruppo dei catarrini saranno ancora state fittamente pelose e provviste di una lunga coda (*menocerca*

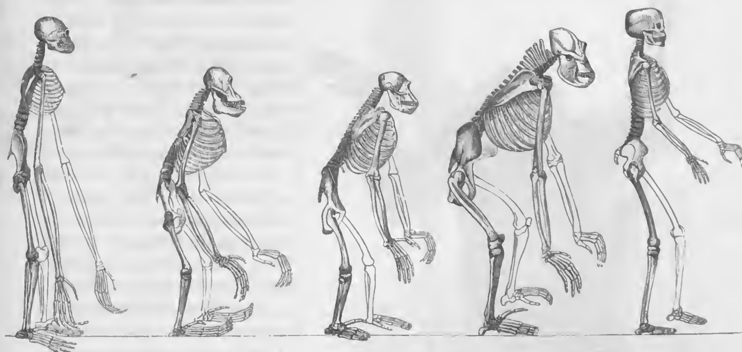


Fig. 286. Fig. 287. Fig. 288. Fig. 289. Fig. 290.

Scheletro dell'uomo (fig. 290) e dei quattro generi di antropoidi (figg. 286-289). Da Huxley. Fig. 286, Ilobate; 287, Orang; 288, Scimpanzè; 289, Gorilla (cfr. figg. 282-292).

o scimmie caudate). Esse vissero già durante i tempi più antichi dell'epoca terziaria e si trovano pietrificate nel miocene. Fra le scimmie caudate tuttora viventi sono pure più vicine ad esse i *semnopiteci* (*Semnopithecus*) (163).

Come *ventitreesimo grado* del nostro albero genealogico noi dovremmo far seguire a queste scimmie caudate gli ecaudati *antropoidi* (*anthropoides*) sotto il qual nome, come è noto, si comprendono oggidì i catarrini viventi che sono più elevati di tutti e più vicini all'uomo. Essi si svolsero dai catarrini caudati per la perdita della coda, la perdita parziale del pelame, e nel maggiore sviluppo del cervello che si estrinseca anche nel predominante sviluppo del cranio cerebrale sul cranio facciale. Oggidì di questa naturale famiglia non vivono più che poche specie che si dividono in due differenti gruppi, uno africano ed uno asiatico. Gli *antropoidi africani* sono limitati alla parte occidentale dell'Africa tropicale, probabilmente però distribuiti ancora in parecchie specie nell'Africa centrale. Noi non conosciamo esattamente che due specie: il *gorilla* (*Pongo gorilla* o *Gorilla gina*), la più grande di tutte le scimmie (figg. 282, 289 e 292), ed il piccolo *scimpanzè* (*Pongo troglodytes* o *Troglodytes niger*) che ora vive frequentemente nei nostri giardini zoologici (figg. 288, 291). Entrambi gli antropoidi africani sono di colore nero e dolicocefali (dal capo allungato) come i negri loro compatrioti. Per contro gli *antropoidi asiatici* sono per lo più gialli e brachicefali (dal

capo breve) come i malesi e mongoli loro conterranei. Il più grande antropoide asiatico è il noto *orang* od *orang-utan* che è indigeno delle isole di Sonda (Borneo, Sumatra) ed è bruno. Modernamente si distinguono due specie, il piccolo orang (*Satyrus morio*) e l'orang maggiore (*Satyrus orang*, figg. 285, 287). Un genere di antropoidi minori, gli ilobati o gibbon (*Hylobates*, figg. 281, 286), vivono sul continente dell'Asia meridionale e sulle isole di Sonda; se ne distinguono 4-8 diverse specie. Nessuno di questi antropoidi viventi può essere considerato assolutamente come la scimmia più simile all'uomo. Il gorilla è più vicino all'uomo per la struttura della mano e del piede, il scimpanzè per importanti caratteri craniani, l'orang per lo sviluppo cerebrale e l'ilobate per lo sviluppo della gabbia toracica. Si intende che neppure uno di tutti questi antropoidi ancora viventi appartiene ai diretti antenati del genere umano; essi tutti sono gli ultimi resti disseminati di un antico ramo di catarrini dal quale come ramuscolo speciale si è svolto nella sua propria direzione il genere umano. I molteplici ed interessantissimi rapporti degli antropoidi coll'uomo sono stati sopratutto ottimamente dichiarati da Roberto Hartmann (1883).



Fig. 291. — Femmina di Scimpanzè. Dal Brehm.

Sebbene ora il *genere umano* (Homo) si rannodi direttissimamente a questa famiglia di antropoidi ed indubbiamente abbia preso da essa la sua diretta origine, tuttavia noi possiamo ancora interporre qui come importante forma intermedia fra i due e come *ventiquattresimo grado* della nostra serie di progenitori i *pitecantropi* (*pithecanthropi*). Con questo nome io ho chiamato nella mia *Storia della creazione naturale* (trad. ital. pag. 416) gli « *uomini primitivi senza favella* (*Alali*) » i quali per la forma generale (sopratutto pel differenziamento degli arti) apparvero già come « uomini » nel senso consueto, ma tuttavia mancavano ancora di una delle più importanti proprietà umane, cioè del linguaggio articolato di parole e della conseguente superiorità della formazione dei concetti. Il superiore differenziamento della laringe e del cervello da che dipende quest'ultimo fatto fu quello che formò primieramente il vero « uomo ».

La linguistica comparata ci ha recentemente mostrato che *la lingua umana propria è d'origine polifiletica*, che noi dobbiamo distinguere parecchie (e probabilmente molte) diverse lingue primitive che si sono sviluppate indipendentemente l'una dall'altra. Anche c'insegna la storia dello sviluppo del linguaggio (e cioè tanto

la sua ontogenesi in ciascun bambino, quanto la sua filogenesi in ciascuna razza) che la propria lingua umana di concetti non si è sviluppata che poco alla volta dopochè già il corpo si era sviluppato nella forma specifica umana. Probabilmente il formarsi del linguaggio non si ebbe se non dopochè aveva già avuto luogo la divergenza delle diverse specie o razze umane e questo probabilmente non accadde che al principio dell'epoca terziaria o del periodo diluviale. I pitecantropi od alali avranno adunque già ben esistito verso il termine dell'epoca terziaria, durante il periodo pliocenico, forse anche già nel miocenico (164).

Come venticinquesimo ed ultimo grado del nostro albero genealogico animale si dovrebbe ora considerare in ultimo l'*uomo* vero o parlante (*Homo*) che si sviluppò dal grado precedente pel graduale progredire della lingua di suoni ancora animalesca alla vera lingua umana di parole. Sul luogo e sul tempo di questa vera « *creazione dell'uomo* » noi non possiamo fare che ipotesi molto malsicure. L'origine dell'« uomo primitivo » ebbe luogo verosimilmente durante l'età diluviale nella zona calda del mondo antico, o sul continente dell'Africa od Asia tropicale, o su un continente antico (ora scomparso sotto la superficie dell'Oceano indiano) che dall'Africa orientale (Madagascar ed Abissinia) giungeva sino all'Asia orientale (isole di Sonda ed India posteriore).

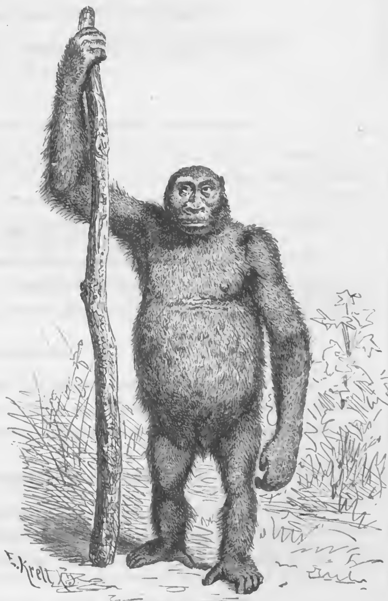


Fig. 292. — Femmina di Gorilla. Dal Brehm.

Quali importanti ragioni parlino a favore di quest'*origine dell'uomo da copiteci antropoidi* e come si possa immaginare a un dipresso la distribuzione delle diverse specie e razze umane da quel « paradiso » su tutta la superficie terrestre l'ho già spiegato diffusamente nella mia *Storia della creazione naturale* (confer. XXVIII e tav. XX). Colà pure ho mostrato più minutamente i rapporti di parentela delle diverse razze e specie del genere umano.

TRENTUNESIMA TABELLA (1ª parte).

Specchio delle sezioni primarie della nostra filogenesi.

Prima sezione principale della nostra filogenesi.

I PROGENITORI DELL'UOMO SONO ANIMALI INVERTEBRATI

Primo grado: SERIE DEI PROTOZOI (figg. 16, 231-233).

I progenitori umani sono *protozoi unicellulari* (in origine monere senza nucleo, poi vere cellule nucleate, ameboidi.

Secondo grado: SERIE DEI MOREADI (figg. 29 E, 235; tav. II, figg. 3, 15).

I progenitori umani sono *cenobii* o colonie di protozoi (sinamebii); essi risultano da una società intimamente collegata di molte cellule omogenee ed hanno perciò il valore morfologico di individui di *second'ordine*, di *idorgani* (come la morula).

Terzo grado: SERIE DEI BLASTEADI (figg. 237 e 238).

I progenitori umani sono protozoi pluricellulari della natura delle magosfere o dei volvocini equipollenti all'ontogenetica blastula o blastosfera: *sfere cave*, la cui parete risulta da un unico strato di cellule ciliate (blastoderma).

Quarto grado: SERIE DEI GASTREADI (figg. 239-243).

I progenitori umani sono gastreadi, simili ai più semplici metazoi ancora viventi (*Prophysema, Olynthus, Hydra*). Il loro corpo risulta unicamente di un semplice intestino primitivo, la cui parete è formata dai due *foglietti germinativi primarii.*

Quinto grado: SERIE DEGLI ELMINTI (figg. 244-250).

I progenitori umani hanno essenzialmente l'organizzazione di elminti inarticolati, dapprima di platoidi (turbellari), poi di gastrotrichi (ichtidini) e rincoceli (nemertini, enteropneusti). Si sviluppano *quattro foglietti germinativi secondarii* per l'apparire di due foglietti mediani fra i due foglietti limitanti (celoma). L'esoderma dorsale forma la piastra apicale (acroganglion).

Sesto grado: SERIE DEI PROCORDONII (fig. 230; tav. X, figg. 5 e 6).

I progenitori umani hanno essenzialmente l'organizzazione di un semplice cordato inarticolato (copelati e larve di ascidie). Fra il tubo midollare dorsale ed il tubo intestinale ventrale si sviluppa l'inarticolata corda. Le semplici tasche celomiche si scindono per opera di un setto frontale in due tasche per ciascun lato: la tasca dorsale (episomite) forma una piastra muscolare, la tasca ventrale (iposomite) una gonade. Intestino cefalico con fessure branchiali.

TRENTADUESIMA TABELLA (1ª parte).

Specchio delle sezioni primarie della nostra ontogenesi.

Prima sezione principale della nostra ontogenesi.

L'UOMO POSSIEDE L'ORGANIZZAZIONE DI UN ANIMALE INVERTEBRATO

Primo stadio: STADIO DI PROTOZOO (figg. 1, 2, 28).

L'embrione umano è una semplice *cellula sferica*, la citula o *cellula-stipite* (prima cellula di segmentazione od ovo-cellula fecondata). *Stato embrionale unicellulare* (primitivamente ameboide).

Secondo stadio: STADIO DI MORULA (figg. 29 E, 235; tav. II, figg. 3, 15).

L'embrione umano risulta di un ammasso sferico di semplici cellule fittamente addensate: *cellule di segmentazione;* paragonabile ad una *colonia di protozoi* (cenobio di protozoi sociali).

Terzo stadio: STADIO DI BLASTULA (figg. 29 F, G; tav. X, figg. 3, 9).

L'embrione umano è una modificazione cenogenetica di una *sferica blastocisti*, di una *sfera cava* la cui parete risulta di un unico strato di cellule (blastoderma). La corrispondente forma palingenetica si ritrova ancora nell'*Amphioxus* (fig. 211, C).

Quarto stadio: STADIO DI GASTRULA (figg. 29-70; tav. X, figg. 4, 10).

L'embrione umano è una sferica *epigastrula*, quella gastrula modificata dei mammiferi superiori la cui cavità progastrica comunica col blastocelo (in seguito a regresso del vitello nutritivo). L'embrione cenogenetico è composto di due strati cellulari, i *due foglietti germinativi primarii.* L'*Amphioxus* mostra tuttora la corrispondente forma palingenetica (figg. 211, 214).

Quinto stadio: STADIO DI CELOMULA (figg. 71-94).

L'embrione umano è una vescica sferica, nella cui parete (nella regione del « disco germinativo ») si distinguono *quattro foglietti germinativi secondarii.* Fra questi due *foglietti limitanti* o foglietti germinativi primarii si sono insinuati, partendo dal prostoma (o nota primitiva) due *foglietti mediani* (foglio parietale e foglio viscerale delle semplici tasche celomiche). L'esoderma dorsale forma la lamina midollare.

Sesto stadio: STADIO DI CORDULA (figg. 80-88, 118-120).

L'embrione umano ha la struttura d'un semplice cordato inarticolato i cui più prossimi affini viventi sembrano essere i copelati (*Appendicularia*) e le larve di ascidie (procordonii). Fra il tubo midollare dorsale e il tubo intestinale ventrale si sviluppa l'inarticolata corda. Le semplici tasche celomiche si scindono per un setto frontale in due tasche per lato: la tasca dorsale (zona rachidea) forma una piastra muscolare, la tasca ventrale (zona parietale) corrisponde primitivamente ad una gonade. Intestino cefalico con fessure branchiali.

TRENTUNESIMA TABELLA (2ª parte).

Specchio delle sezioni primarie della nostra filogenesi.

Seconda sezione primaria della nostra filogenesi.

I PROGENITORI DELL'UOMO SONO ANIMALI VERTEBRATI

I progenitori umani sono *vertebrati* ed hanno il valore morfologico di *un individuo articolato* o di una catena di metameri. Il foglio cutaneo-sensorio è distinto in lamina cornea ed in tubo midollare. Il foglio fibro-cutaneo è diviso in lamina dermica, lamina muscolare e lamina scheletrica. Dal foglio fibro-intestinale nasce il cuore coi vasi sanguigni e la parete intestinale carnosa. Il foglio glandulo-intestinale forma la corda e l'epitelio del tubo intestinale.

Settimo grado: SERIE DEGLI ACRANII (figg. 35-39, 201; tav. XI, fig. 15).

I progenitori umani sono *vertebrati senza cranio*, come l'*Amphioxus*. Il corpo è una serie di metameri in seguito al differenziamento di più protosegmenti. Il capo contiene, nella metà ventrale, l'intestino branchiale; il tronco contiene l'intestino epatico. Il tubo midollare è ancora semplice. Cranio, mascelle ed estremità mancano.

Ottavo grado: SERIE DEI CICLOSTOMI (fig. 251; tav. XI, fig. 16).

I progenitori umani sono *cranioti senza mascelle* (simili ai mixinoidi e petromizonti). Il numero dei metameri cresce. L'estremità anteriore del tubo midollare si rigonfia a vescica e forma il cervello che presto si differenzia in cinque ampolle. Lateralmente ad esso appaiono i tre organi superiori di senso: naso, occhi e vescicole uditive. Mascelle, arti e vescica natatoria mancano.

Nono grado: SERIE DEGLI ITTIODI (figg. 252-265).

I progenitori umani sono *cranioti pisciformi:* I. *Selaci*, II. *Ganoidi*, III. *Dipneusti*, IV. *Stegocefali*, V. *Salamandrini*. Gli antenati di questa serie di ittiodi hanno due paia di estremità, un paio di zampe anteriori (pinne pettorali) ed un paio di zampe posteriori (pinne ventrali). Fra le fessure branchiali si sviluppano gli archi branchiali; il primo paio forma gli archi mascellari (mascella superiore e mandibola). Dal canale intestinale si producono la vescica natatoria (polmoni) ed il pancreas.

Decimo grado: SERIE DEGLI AMNIOTI (figg. 266-292).

I progenitori umani sono *amnioti* o vertebrati *abranchi:* I. *Prorettili*, II. *Teromori*, III. *Monotremi*, IV. *Marsupiali*, V. *Proscimmie*, VI. *Platirrini*, VII. *Catarrini;* prima catarrini caudati, poi antropoidi ecaudati; in seguito pitecantropi senza favella (alali) e, infine, veri uomini parlanti. Negli antenati di questa serie degli amnioti si sviluppa l'amnio e l'allantoide, essi poi raggiungono gradatamente la struttura propria dei mammiferi ed infine quella specifica dell'uomo.

TRENTADUESIMA TABELLA (2ª parte)

Specchio delle sezioni primarie della nostra ontogenesi.

Seconda sezione primaria della nostra ontogenesi.

L'UOMO POSSIEDE L'ORGANIZZAZIONE DI UN ANIMALE VERTEBRATO

L'embrione umano ha il valore morfologico di *un individuo articolato* o di *una catena di metameri*. Il foglio cutaneo-sensorio è diviso in lamina cornea e tubo midollare. Il foglio fibro-cutaneo si è diviso in lamina dermica, lamina muscolare e lamina scheletrica. Dal foglio fibro-intestinale nascono il cuore coi vasi sanguigni e la parete carnosa dell'intestino. Il foglio glandulo-intestinale forma la corda e l'epitelio del tubo intestinale.

Settimo stadio: STADIO DI ACRANIO (**figg. 125, 126**).

L'embrione umano ha in complesso l'organizzazione d'un *vertebrato senza cranio* simile all'*Amphioxus*. Il corpo forma una catena di metameri pel differenziarsi di più protosegmenti. Il capo contiene, nella metà ventrale, l'intestino branchiale; il tronco contiene l'intestino epatico. Il tubo midollare è ancora semplice. Cranio, mascelle ed estremità mancano.

Ottavo stadio: STADIO DI CICLOSTOMA (**figg. 127, 128; tav. IX, fig. M I**).

L'embrione umano ha essenzialmente l'organizzazione di un *craniota senza mascelle* (simile ai mixinoidi e petromizonti. Il numero dei metameri cresce. L'estremità anteriore del tubo midollare si rigonfia a vescica e forma il cervello, che presto si differenzia in cinque ampolle. Lateralmente ad esso appaiono i tre organi superiori di senso: fosse olfattive, occhi e vescicole uditive. Mascelle, arti e polmoni mancano.

Nono stadio: STADIO DI ITTIODE (**figg. 170, 171; tav. IX, fig. M II**).

L'embrione umano ha essenzialmente l'organizzazione di un *craniota pisciforme*. Le due paia di arti appaiono in forma semplicissima, come bottoni a pinna: un paio di zampe anteriori (pinne toraciche) ed un paio di zampe posteriori (pinne ventrali). Fra le fessure branchiali si formano archi branchiali; il primo paio forma gli archi mascellari (mascella superiore ed inferiore. Dal tubo intestinale si producono polmoni (vescica natatoria) e pancreas.

Decimo stadio: STADIO DI AMNIOTA (**tav. IX, figg. M III**).

L'embrione umano ha essenzialmente l'organizzazione di un *amniota* o *vertebrato abranchiato*. Le fessure branchiali spariscono per saldamento. Dagli archi branchiali si formano le mascelle, l'ioide e gli ossicini uditivi. L'embrione si circonda di due membrane (amnio e serolemma). La vescica urinaria cresce fuori dal corpo dell'embrione e forma l'allantoide (più tardi, in una parte periferica, la placenta). Tutti gli organi del corpo raggiungono gradatamente l'organizzazione propria dei mammiferi e più tardi quella specifica dell'uomo.

TRENTATREESIMA TABELLA

Specchio dell' organizzazione dell' uomo e del suo sviluppo dai fogli germinativi.

QUATTRO FOGLI germinativi	SISTEMI DI ORGANI	PARTI PRINCIPALI DI QUESTI SISTEMI
I. **Foglio cutaneo** (Ectoblasto) Esoderma od epiblasto. Foglio cutaneo sensorio — Foglio limitante esterno)	**1 Epidermide** (Prodotto della lamina cornea, ceratoblasto)	1 *a*) Strato corneo e strato mucoso dell'epidermide. 1 *b*) Appendici esterne (peli, unghie). 1 *c*) Ghiandole epidermiche (sudorifere, sebacee, lattifere, ecc.).
	2. Sistema nerveo (Prodotto della lamina nervea, neuroblasto)	2 *a*) Sistema nerveo centrale (cervello e midollo spinale). 2 *b*) Sistema nerveo periferico (nervi motori e sensibili).
	3 Organi di senso (Sensilla) (Prodotti di 1 e 2)	3 *a*) Corpi tattili e corpi di Pacini. 3 *b*) Epitelio della cavità boccale. 3 *c*) Epitelio della cavità nasale. 3 *d*) Vescicole oculari primarie. 3 *e*) Labirinto dell'udito.
II. **Foglio muscolare** (Mioblasto) Mesoblasto parietale. Foglio fibrocutaneo — (Foglio mediano esterno)	**4. Derma (Corium)** (Prodotto della lamina dermica)	4 *a*) Derma (*Corium*) *Cutis* e *Subcutis* (foglio parietale degli episomiti). 4 *b*) Scheletro cutaneo (ossa tegumentali).
	5 Sistema muscolare (Prodotto della lamina muscolare)	5 *a*) Musculatura del tronco. 5 *b*) Musculatura delle estremità.
	6. Sistema scheletrico (Prodotto della lamina scheletrica, scleroblasto)	6 *a*) Cranio e colonna vertebrale (prodotto della guaina della corda). 6 *b*) Scheletro degli arti (prodotti secondarii degli iposomiti).
III. **Foglio vascolare** (Angioblasto) Mesoblasto viscerale. Foglio fibro-intestinale — (Foglio mediano interno	**7. Sistema renale** (Prodotto della lamina mediana)	7 *a*) Proreni (*Pronephros*). 7 *b*) Reni primitivi (*Mesonephros*). 7 *c*) Reni permanenti (*Metanephros*) [e (l'esodermico) canale nefridiale].
	8 Sistema sessuale (Prodotto della lamina sessuale)	8 *a*) Ghiandole sessuali (gonadi). 8 *b*) Condotti sessuali (gonoducta). 8 *c*) Organi copulatori (copulativa).
	9. Sistema vascolare (Prodotto di tutto il mesoderma, mesenchima)	9 *a*) Vaso principale ventrale (venoso) (Vena principale e cuore). 9 *b*) Vaso principale dorsale (aorta). 9 *c*) Sistema dei vasi periferici. 9 *d*) Sistema dei vasi linfatici.
	10. Sistema mesenterico (Prodotto del foglietto viscerale, mesodermico)	10 *a*) Mesenterio. 10 *b*) Musculatura dell'intestino 10 *c*) Scheletro viscerale.
IV. **Foglio ghiandolare** (Endoblasto) Entoderma od ipoblasto. Foglio glandulo-intestinale — (Foglio limitante interno)	**11. Corda dorsale** (Prodotto del cordoblasto)	11) Notocorda, striscia mediana dorsale della parete progastrica (completa solo nell'embrione).
	12. Epitelii intestinali (Prodotto dell'enteroblasto)	12 *a*) Epitelii dell'intestino cefalico (faringe, archi branchiali, laringe, polmoni). 12 *b*) Epitelii dell'intestino troncale (stomaco, fegato, pancreas, tenue).

VENTIQUATTRESIMA CONFERENZA

Storia della formazione del nostro sistema nerveo.

« Le differenze anatomiche fra l'uomo e le scimmie superiori sono di minor momento che quelle che passano fra le scimmie più elevate e le più basse. Sarebbe difficile trovare qualche parte della struttura corporea che potesse illustrare quella verità meglio di quel che non facciano la mano ed il piede; e tuttavia v'ha un organo il cui studio ci obbliga in un modo ancor più sorprendente a quella stessa conclusione — e questo è il cervello. Come se la natura avesse voluto dimostrare con un esempio lampante l'impossibilità di stabilire fra l'uomo e le scimmie un limite fondato sulla struttura cerebrale, essa ha dato in queste ultime una serie quasi completa di gradazioni del cervello: dalle forme che sono poco più elevate di quelle di un rosicante, fino a quelle che sono poco più basse di quelle dell'uomo ».

Tommaso Huxley (1863).

Organi animali e vegetali. — Prodotti del foglio cutaneo-sensorio: epidermide e sistema nerveo. — Epidermide e corium. Peli e ghiandole cutanee dei mammiferi. — Organi psichici; Midollo centrale e midollo conduttore. Cervello e midollo spinale. Sviluppo delle cinque ampolle cerebrali.

Contenuto della ventiquattresima Conferenza.

Sistemi organici animali e vegetali. — Loro relazioni originarie coi due foglietti germinativi primarii. — Apparato sensorio. — Suoi elementi: originariamente solo l'esoderma o foglietto cutaneo; più tardi il tegumento differenziato dal sistema nerveo. — Doppia funzione della pelle (organo di protezione e di tatto). — Epidermide e derma (*corium*). — Appendici dell'epidermide: ghiandole cutanee (sudorifere, lacrimali, sebacee, lattifere); unghie e peli. — La lanugine embrionale. — Capelli e barba. — Influenza della scelta sessuale. — Disposizione del sistema nerveo. — Nervi motori e sensibili. — Midollo centrale (cervello e midollo spinale). — Composizione del cervello umano (cervello e cervelletto). — Anatomia comparata del midollo centrale. — Ontogenesi del tubo midollare. — Differenziamento del tubo midollare in cervello e midollo spinale. — Divisione della semplice vescica cerebrale in cinque ampolle cerebrali successive: cervello anteriore (emisferi), cervello intermedio (lobi ottici); cervello medio (eminenze quadrigemine), cervello posteriore (cervelletto), cervello terminale (midollo allungato). — Diverso sviluppo delle cinque ampolle cerebrali nelle varie classi di vertebrali. — Sviluppo del midollo conduttore o sistema nerveo periferico.

Bibliografia.

JOHANNES MÜLLER, *Handbuch der Physiologie des Menschen*, 1833 (4ª ediz., 1844). III libro: *Phisik der Nerven*, VI libro: *Vom Seelenleben*.

CARL GEGENBAUR, *Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels*, 1872.

OSCAR HERTWIG und RICHARD HERTWIG, *Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen*, 1873.

V. MIHALKOVICS, *Entwickelungsgeschichte des Gehirns*, 1877.

RABL-RÜCKHARD, *Zur Deutung und Entwickelung des Gehirns der Knochenfische*, 1882, 1883 (*Arch. für Anat. u. Phys.*).

J. W. VAN WIJHE, *Ueber die Mesoderm-Segmente und die Entwickelung der Nerven des Selachier-Kopfes*, 1882.

CARL GEGENBAUR, *Zur genaueren Kenntniss der Zitzen der Säugethiere*, 1875 (*Morphol. Jahrb.*, I vol., 2° fasc.). — *Zur Kenntniss der Mammar-Organe der Monotremen*, 1886.

WILHELM WUNDT, *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, 1874 (3ª ediz., 1887).

CHARLES DARWIN, *The expression of emotions in man and animals*, 1872. Trad. ital., *L'espressione dei sentimenti nell'uomo e negli animali* (Unione Tip.-Editrice Torinese).

ERNST HAECKEL, *Zellseelen und Seelenzellen*, 1878 (*Populäre Vorträge*, fasc. I).

G. H. SCHNEIDER, *Der thierische Willen. Grundlage einer vergleichenden Willenslehre*, 1880.

WILHELM PREYER, *Die Seele des Kindes*, 1881 (3ª ediz., 1890).

I. STEINER, *Die Functionen des Centralnerven-Systems und ihre Phylogenese*, 1888.

MAX VERWORN, *Psycho-physiologische Protisten-Studien*, 1889.

THEODOR ZIEHEN, *Leitfaden der physiologischen Psychologie*, 1891.

XXIV.

Signori!

Le ricerche che abbiamo fatto sinora ci hanno condotti a conoscere in qual modo da un abbozzo semplicissimo, cioè da un'unica semplice cellula, si è sviluppato in complesso il corpo umano. Tanto l'intero genere umano, quanto ogni singolo uomo deve la sua origine ad una semplice cellula. La *forma-stipite unicellulare* del primo viene ancora oggi ripetuta dalla *forma embrionale unicellulare* di quest'ultimo. Resta ancora che noi gettiamo uno sguardo sull'evoluzione delle singole parti che compongono il corpo umano. Naturalmente io devo qui limitarmi alle linee più importanti e generali poichè l'addentrarci nella storia dello sviluppo dei singoli organi e tessuti non è permesso nè dallo spazio che s'addice a queste conferenze nè dall'estensione delle conoscenze anatomiche che io devo presupporre nella maggior parte di voi. Nella storia dello sviluppo degli organi e delle loro funzioni noi seguiremo la stessa via che abbiamo battuta sin qui, allontanandocene solo per ciò che terremo presente in pari tempo l'ontogenesi e la filogenesi delle varie parti del corpo. Nell'evoluzione del corpo umano in complesso vi siete convinti che la filogenesi negli oscuri sentieri si serve sempre dell'ontogenesi come di una fiaccola, e che noi solo mediante il filo ariadneo del legame filogenetico siamo in grado di raccapezzarci nel labirinto dei fatti ontogenetici. Nello stesso modo noi procederemo pure per l'evoluzione delle diverse parti; solo io sarò obbligato a presentarvi sempre nello stesso tempo la formazione ontogenetica e filogenetica degli organi. Infatti quanto più si va addentro nelle particolarità dell'evoluzione organica, quanto più esattamente si segue la formazione delle varie parti, tanto più si rimane convinti dell'indissolubile connessione dell'ontogenesi colla filogenesi. *Anche l'ontogenesi degli organi non può essere intesa e spiegata che dalla loro filogenesi;* come l'ontogenesi dell'intera forma corporea (della « persona » od individuo) non si comprende che colla sua filogenesi. *Ciascuna forma embrionale è determinata da una corrispondente forma-stipite.* Ciò vale delle parti come del tutto.

Cercando ora, coll'aiuto della legge biogenetica fondamentale, di farci un'idea generale dei tratti fondamentali presentati dall'evoluzione dei singoli organi umani, piglieremo in considerazione dapprima i sistemi organici animali e poi i sistemi vegetali. Il primo gruppo capitale di organi, quello dei *sistemi organici animali*, è costituito dall'apparato di senso e dall'apparato di moto. All'*apparato di senso* appartengono l'integumento, il sistema nerveo e gli organi dei sensi. L'*apparato di moto* è costituito dagli organi passivi del movimento (dallo scheletro) e dagli organi attivi del movimento (dai muscoli). Il secondo gruppo primario di organi, quello dei *sistemi organici vegetali*, risulta dall'apparato di nutrizione e dall'apparato di riproduzione. All'*apparato di nutrizione* appartiene anzitutto il canal digerente con tutte le sue appendici e poi l'apparato vascolare e l'apparato renale. L'apparato di riproduzione comprende i varii organi sessuali (ghiandole sessuali, condotti sessuali, organi copulatori, ecc.).

Come già sapete dalle conferenze precedenti (XI-XIII), i sistemi organici *animali* (gli organi della sensazione e del movimento) si sviluppano in massima parte dal foglietto germinativo primario *esterno*, dal foglietto cutaneo. Per contro i sistemi organici *vegetali* (gli organi della nutrizione e riproduzione) si formano in massima parte dal foglietto germinativo primario *interno*, dal foglietto intestinale. Per verità questo contrasto fondamentale tra la sfera animale e vegetale del corpo, tanto nell'uomo come in tutti gli animali superiori, non è assoluto; piuttosto molte singole parti dell'apparato animale (p. es. la più gran parte dei muscoli) nascono da cellule che in origine sono discendenti dell'entoderma; viceversa una gran parte dell'apparato vegetativo (p. es. la cavità boccale ed i gonodotti) vien formata da cellule che in origine provengono dall'esoderma. Del resto in ciascun corpo animale di superiore struttura le più diverse parti si intrecciano, si spostano e si intricano così molteplicemente che è spesso estremamente difficile dire quale sia la sorgente originaria di tutti i singoli elementi. Ma guardando la cosa in complesso noi dobbiamo considerare come un fatto sicuramente stabilito ed altamente importante che nell'uomo come in tutti gli animali superiori la parte più importante degli organi *animali* si deve derivare dal *foglietto cutaneo* od esoderma, e la maggior parte degli organi *vegetativi* dal *foglietto intestinale* od entoderma. È appunto perciò che già Carlo Ernesto von Baer designa il primo col nome di foglietto germinativo animale e l'altro con quello di foglietto germinativo vegetale (cfr. pagg. 41 e 118).

Come sicuro fondamento di questo secondo concetto consideriamo la *gastrula*, la più *importante forma embrionale del regno animale*, che noi ritroviamo ancora oggidì nella stessa forma nell'embriogenesi delle più diverse classi animali. Questa significantissima forma embrionale ci accenna con innegabile chiarezza ad una comune *forma-stipite* di tutti i metazoi, alla *gastrea*, ed in questa forma-stipite da gran tempo estinta l'intero corpo animale non risultava per tutta la vita che dai due foglietti germinativi primarii come anche oggidì è transitoriamente il caso per la gastrula. Nella *gastrea* il semplice foglietto cutaneo rappresentava *attualmente* tutti gli organi e le funzioni animali, e d'altra parte il semplice foglietto intestinale rappresentava tutti gli organi e le funzioni vegetali; *potenzialmente* questo è anche oggidì il caso per la *gastrula*.

Che la *teoria della gastrea* sia per tal modo in grado di chiarirci non solo sotto l'aspetto morfologico, ma anche sotto quello fisiologico, le più importanti contingenze dell'embriologia, lo vedremo ben presto studiando dapprima nella sua evoluzione il primo elemento primario della sfera animale, l'*apparato dei sensi* o *sensorium*. Questo apparato risulta di due elementi principali molto diversi che apparentemente non hanno nulla di comune, cioè, primo, dell'*integumento esterno* (*tegumentum* o *derma*) insieme co' suoi annessi: peli, unghie, ghiandole sudoripare, ecc., e, secondo, dell'interno *sistema nerveo*. Quest'ultimo comprende tanto il sistema nerveo centrale (cervello e midollo spinale) quanto anche i nervi periferici cerebrali ed i nervi del midollo spinale e infine anche gli organi dei sensi. Nel corpo del vertebrato sviluppato questi due elementi principali del *sensorium* sono largamente separati: l'*involucro cutaneo* affatto all'*esterno*, il *sistema nervoso centrale* all'*interno*. Solo per una parte del sistema nerveo periferico quest'ultimo è connesso col primo. Tuttavia, come sappiamo già dall'embriogenesi dell'uomo, il tubo midollare nasce dal foglietto cutaneo. Quegli organi del nostro corpo da cui dipendono le più perfette funzioni del corpo animale: le funzioni del senso, della volontà, del pensiero, in una parola, gli *organi della psiche*, dell'*anima*, si svolgono dal *tegumento esterno*.

TRENTAQUATTRESIMA TABELLA

Specchio degli apparati organici del corpo umano.

N. B. — L'origine dei singoli organi dai quattro foglietti germinativi secondarii è indicata dalle cifre romane (I-IV). I, foglio cutaneo-sensorio; II, foglio fibro-cutaneo; III, foglio fibro-intestinale; IV, foglio glandulo-intestinale.

A. - Sistemi organici animali	*a* Apparato dei sensi (Sensorium)	1. Tegumento (Tegumentum)	Epidermide	*Epidermis*	I
			Derma	*Corium*	II
		2. Sistema nerveo centrale	Cervello	*Encephalon*	I
			Midollo spinale	*Medulla spinalis*	
			Meningi	*Meninges*	II
		3. Sistema nerveo periferico	Nervi cerebrali	*Nervi cerebrales*	I
			Nervi rachidei	*Nervi spinales*	
			Nervi splancnici	*Nervi sympathici*	
		4. Organi dei sensi (Organa sensuum)	Organi del tatto (pelle).	*Organa tactus*	I + II
			Organi del gusto	*Organa gustus*	
			Organi olfattivi (naso)	*Organa olfactus*	
			Organi visivi (occhi)	*Organa visus*	
			Organi uditivi (orecchio)	*Organa auditus*	
	b Apparato locomotore (Motorium)	5. Sistema muscolare (Organi attivi di moto)	Muscoli cutanei	*Muscoli cutanei*	II + III
			Muscoli scheletrici	*Muscoli skeleti*	
		6. Sistema scheletrico (Organi passivi di moto)	Colonna vertebrale	*Vertebrarium*	
			Cranio	*Cranium*	
			Scheletro delle estremità	*Meloskeleton*	
B. - Sistemi organici vegetali	*c* Apparato di nutrizione (Nutritorium)	7. Sistema intestinale (Gastrosoma)	Organi digerenti	*Organa digestiva*	III + IV
			Organi respiratorii	*Organa respiratoria.*	
		8. Sistema vascolare (Organa circulationis)	Cavità del corpo	*Coeloma*	II + III
			Vasi linfatici	*Vasa lymphatica*	
			Vasi sanguigni	*Vasa sanguinifera*	
			Cuore	*Cor*	III + IV
		9. Sistema renale (Organa urinaria)	Reni	*Renes*	II + III
			Ureteri	*Ureteres*	I + II
			Vescica urinaria	*Urocystis*	III + IV
	d Apparato riproduttore (Propagatorium)	10. Organi sessuali (Organa sexualia)	Ghiandole sessuali	*Gonades*	II + III
			(I. Ovaie)	(I. *Ovaria*)	
			(II. Testicoli)	(II. *Spermaria*)	
			Condotti sessuali	*Gonoductus*	I? + II
			(I. Ovidotti)	(I. *Oviductus*)	
			(II. Vasi deferenti	(II. *Spermaductus*)	
			Organi copulatori	*Copulativa*	I + II
			(I. Vagina)	(I. *Vagina*)	
			(II. Pene)	(II. *Penis*)	

Questo fatto rimarchevole appare, considerato da solo, così meraviglioso, inesplicabile e paradossale, che per molto tempo si cercò di negarlo. Alle più attendibili osservazioni embriologiche si oppose la falsa affermazione che il sistema nerveo centrale non si sviluppi dal foglietto germinativo esterno ma bensì da uno speciale strato cellulare sottostante. Frattanto il fatto ontogenetico non si potè rimuovere, ed ora che noi lo consideriamo sotto la luce della filogenesi, esso ci appare invece un processo affatto naturale e necessario. Infatti se si pensa allo sviluppo storico delle attività psichiche e sensorie si deve necessariamente venire all'idea che le cellule che sono a loro servizio devono primitivamente aver giaciuto alla superficie esterna del corpo animale. Solo tali organi elementari collocati superficialmente potevano ricevere direttamente le impressioni del mondo esterno. Più tardi sotto l'influenza della scelta

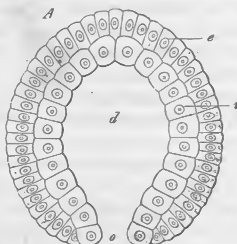


Fig. 293. — Gastrula di Gastrofisema (classe dei gastreadi).

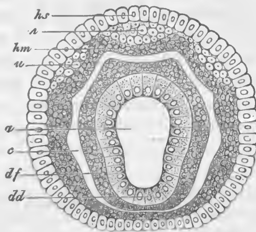


Fig. 294. — Sezione trasversa dell'embrione d'un lombrico.

Fig. 294. — *hs*) Foglietto cutaneo-sensorio; *hm*) Foglietto fibro-cutaneo; *df*) Foglietto fibro-intestinale; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale; *a*) Cavità digerente; *c*) Cavità del corpo o celoma; *n*) Ganglio nerveo; *u*) Reni primitivi.

naturale, quel complesso di cellule cutanee che divenne preferentemente « sensibile » si ritirò nella parte interna più protetta del corpo, e qui formò la prima base di un organo nerveo centrale. In seguito ad ulteriore differenziamento la diversità e la distanza tra l'interno integumento ed il sistema nerveo centrale che se n'era separato divenne poi sempre maggiore ed infine essi non rimasero più permanentemente connessi che pei nervi conduttori periferici di senso.

Con queste vedute stanno anche in soddisfacente accordo i reperti dell'anatomia comparata. L'anatomia comparata c'insegna che moltissimi animali inferiori non posseggono ancora un sistema nerveo sebbene essi esercitino, come gli animali superiori, le funzioni del sentire e del volere. Negli unicellulari *protozoi*, che del resto non hanno ancora foglietti embrionali, manca naturalmente il sistema nerveo come anche l'integumento. Ma anche nella seconda sezione primaria del regno animale, nei *metazoi*, non v'ha ancora in principio alcun sistema nerveo. Le funzioni di esso sono esercitate dal semplice strato cellulare dell'esoderma che i metazoi inferiori hanno ereditato direttamente dalla *gastrea* (fig. 293, *e*). Così è nel più dei zoofiti: nei gastreadi, fisemari e spongiari (figg. 239-243), infine nei cnidari inferiori, nei polipi idroidi che di poco si elevano al disopra dei gastreadi. Come le loro funzioni animali dal semplice foglietto intestinale, così le loro funzioni animali sono qui compiute dal semplice foglietto cutaneo. *Qui il semplice strato cellulare dell'esoderma è ad un tempo tegumento, apparato locomotore e sistema nerveo.*

Solo nei metazoi più elevati, nei quali la funzione di senso ed i suoi organi sono già più oltre progrediti, segue anche, in relazione con ciò, una *divisione di lavoro delle cellule esodermiche*: gruppi di cellule nervee sensibili si differenziano dalle comuni cellule epidermiche; esse si ritirano nei tessuti più protetti del sottocutaneo mesoderma, e qui formano speciali *noduli nervei* (*ganglia*). Già nei *platelminti* (*platodes*), segnatamente nei turbellari (*turbellaria*), noi incontriamo un sistema nerveo indipendente che si è differenziato e staccato dall'esterno involucro cutaneo. Questo è il « *ganglio sopra-esofageo* », *cervello apicale* od *acroganglion* collocato al disopra della faringe (fig. 295, *g*). Da questo semplice fondamento si è svolto il più complicato sistema nerveo centrale di tutti gli animali superiori. Nei vermi più elevati, p. es., nel lombrico, il primo abbozzo del sistema nerveo centrale (vedi fig. 294, *n*) è un inspessimento locale del foglietto cutaneo-sensorio (*hs*) che più tardi si stacca interamente dalla lamina cornea. Negli elminti inferiori il cervello apicale rimane per tutta la vita nella epidermide, così nei gastrotrichi (fig. 247). Ma anche il tubo midollare dei vertebrati ha la stessa origine. Voi sapete già dalla nostra embriogenesi che anche questo « tubo midollare », fondamento del sistema nerveo centrale, si sviluppa in origine dal foglietto germinativo esterno.

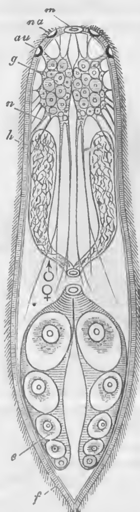


Fig. 295.
Un turbellare (*Rhabdocoelum*).
Dal cervello o ganglio soprafaringeo (*g*) irradiano i nervi (*n*) che vanno alla pelle (*f*), agli occhi (*a u*), agli organi olfattivi (*n a*) ed alla bocca (*m*); *h*) testicoli; *e*) ovarii.

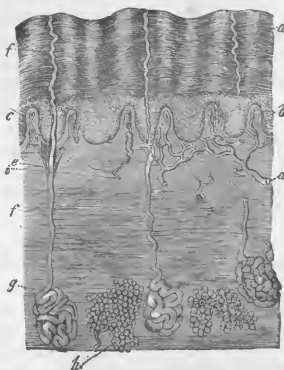


Fig. 296. — La pelle umana in sezione verticale (fortemente ingrand.). Da Ecker.

a) Strato corneo dell'epidermide; *b*) Strato mucoso dell'epidermide; *c*) Papille del corio; *d*) Loro vasi sanguigni; *e f*) Condotti delle ghiandole sudoripare (*g*); *h*) grappoli adiposi del corio; *i*) nervo che entra superiormente in un corpicciuolo tattile.

Anzitutto esaminiamo ora più dappresso la evoluzione dello *integumento* umano colle sue diverse appendici, i peli e le ghiandole. Questo involucro esterno (*tegumentum*) ha fisiologicamente una doppia importante funzione. Primieramente la pelle è una *copertura protettiva* generale (*integumentum commune*) che riveste l'intera superficie del corpo, e forma un involucro protettore per tutte le rimanenti parti. Come tale essa permette pure un certo ricambio di materiale fra il corpo e l'aria atmosferica circostante (evaporazione o respirazione cutanea, perspirazione). In secondo luogo la pelle è il più antico e primitivo *organo di senso*, l'*organo generale di tatto* che serve alla sensazione della temperatura ambiente e della pressione o della resistenza dei corpi con cui viene a contatto.

La *pelle dell'uomo*, come la pelle di tutti i vertebrati superiori, è costituita da due parti essenzialmente diverse: dall'esterna epidermide e dal sottostante corio o

derma. L'*epidermide* esterna (*epidermis*) è costituita solo da semplici cellule e non contiene vasi sanguigni (fig. 296, *a*, *b*). Essa si sviluppa dal foglietto germinativo primario esterno, dal *foglietto cutaneo-sensorio* e cioè direttamente dalla lamina cornea di esso. Il corio od ipodermide invece (*corium*, *hypodermis*) risulta in massima parte di tessuto connettivo, contiene numerosi vasi sanguigni e nervi ed ha tutt'altra origine. Esso nasce infatti dallo strato parietale più esterno del foglietto germinativo mediano; dal foglietto *fibro-cutaneo*. Il corio è molto più spesso che l'epidermide. Nei suoi strati più profondi (nella « *subcutis* ») giaciono molti cumuli di cellule adipose (fig. 296, *h*). Il suo stato più superficiale (la « cutis » propriamente detta o strato papillare) forma su quasi tutta la superficie del corpo una quantità di papille microscopiche coniche, le quali si addentrano nella soprastante epidermide (*c*). Queste « papille tattili o papille sensitive » contengono i più fini organi di senso della pelle, i « corpuscoli tattili ». Altre papille contengono solo anse terminali dei vasi sanguigni che nutrono la pelle (*c*, *d*). Le diverse parti del corio si originano per divisione di lavoro dalle cellule primitivamente omogenee della *lamina coriale* o lamina cutanea, cioè della più esterna fra le lamelle in cui si è scisso il mesodermico foglietto fibro-cutaneo (figg. 140, *h p r*; 154; 155, *c p*; tav. IV e V, *l*) (166).

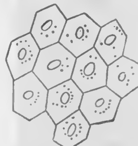


Fig. 297. — Cellule epidermiche di un embrione umano di due mesi. Da Kölliker.

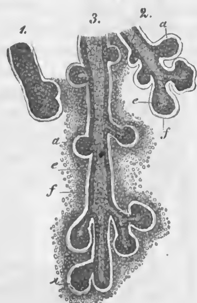


Fig. 298. — Abbozzi delle ghiandole lacrimali di un embrione umano di 4 mesi. Da Kölliker.

1. Abbozzo più immaturo in forma di un semplice zaffo pieno; 2, 3. Abbozzi più sviluppati che si ramificano e si scavano internamente; *a*) gemme piene; *e*) rivestimento cellulare delle gemme vuote; *f*) Abbozzo dell'invoglio fibroso che più tardi è formato dal corio attorno alle ghiandole.

Così pure tutti i costituenti e tutte le appendici dell'epidermide (*epidermis*) si sviluppano per differenziamento dalle cellule omogenee della *lamina cornea* (fig. 297). Già molto per tempo il semplice strato cellulare di questa lamina cornea si differenzia in due diversi strati. Lo strato interno più molle (fig. 296, *b*) vien chiamato *strato mucoso* e l'esterno più duro (*a*) *strato corneo* della epidermide. Questo strato corneo alla superficie viene continuamente logorato e rigettato, ed altri strati cellulari vengono al suo posto prodotti dall'accrescimento ulteriore del sottostante strato mucoso dell'epidermide. In principio l'epidermide forma un semplicissimo rivestimento della superficie del corpo. Più tardi però si sviluppano da essa diverse appendici, parte verso l'interno, parte verso l'esterno. Le appendici interne sono le ghiandole della pelle: ghiandole sudoripare, ghiandole sebacee, ecc. Le appendici esterne sono i peli e le unghie.

Le *ghiandole del tegumento* in origine non sono altro che escrescenze epidermiche massiccie a mo' di zaffo, le quali si affondano nel sottostante corio (fig. 298, 1). Solo più tardi nell'interno di questi massicci zaffi si forma un canale (fig. 298, 2, 3) sia pel rammollirsi e sciogliersi delle cellule centrali, sia pel secernersi di liquido nell'interno. Alcune ghiandole cutanee rimangono indivise, così segnatamente le *ghiandole sudoripare* (fig. 296, *e*, *f*, *g*). Queste ghiandole, che secernono il sudore, diventano bensì molto lunghe e formano all'estremità un gomitolo ma non si ramificano mai;

così pure le *ghiandole ceruminose* che secernono il grasso cerume dell'orecchio. Il più delle altre ghiandole cutanee mandano dei prolungamenti e si ramificano, così sopratutto le *ghiandole lacrimali* poste contro alla palpebra superiore, le quali secernono le lacrime (fig. 298); infine le *ghiandole sebacee* che forniscono il grasso unto della pelle, e che per lo più sboccano nei follicoli dei peli. Ghiandole sudoripare e ghiandole sebacee non si trovano che nei mammiferi. Per contro si trovano ghiandole lacrimali in tutte le tre classi degli amnioti, nei rettili, uccelli e mammiferi. Mancano nei vertebrati inferiori.

Notevolissime ghiandole cutanee che si trovano in tutti i mammiferi, ma anche esclusivamente in questi, sono le *ghiandole lattifere* (*glandulae mammares*, fig. 299 e fig. 300). Esse producono il *latte* che deve nutrire il mammifero neonato. Malgrado la loro straordinaria grandezza queste importanti strutture non sono altro che potenti ghiandole sebacee della pelle (tav. V, fig. 16, *m d*). Il *latte* si forma allo stesso modo per liquefazione delle cellule adipose interne dei tubi ramificati delle ghiandole lattifere (fig. 299, *c*) come il sevo cutaneo ed il grasso dei peli per scioglimento delle cellule adipose interne delle ghiandole cutanee sebacee. I condotti delle ghiandole lattifere si allargano a formare condotti lattiferi sacciformi (*b*), che si restringono di nuovo (*a*) e sboccano separatamente per 16-24 minute aperture nel capezzolo. Il primo abbozzo di questa grande ghiandola è un semplicissimo zaffo conico dell'epidermide, il quale si affonda e ramifica nel corio. Ancora nel bimbo neonato essa non risulta che da 12-18 lobuli disposti raggiatamente (fig. 300). Poco alla volta questi si ramificano, i loro condotti si fanno cavi e si allargano, e fra i lobuli si accumulano copiose masse di grasso. Così nasce la prominente *mammella femminile* (*mamma*), alla cui cima si eleva il *capezzolo* (*mammilla*) adattato per la succione (167). Quest'ultimo non appare che più tardi; quando la ghiandola mammaria è già abbozzata, e questo fatto ontogenetico ha un alto interesse per ciò che nei più antichi mammiferi (gli stipiti della intera classe) non v'erano ancora affatto dei capezzoli per favorire il succhiamento del latte. Il latte sgorgava qui semplicemente da un'area piana, traforata a cribro, della pelle ventrale come è anche oggidì il caso per gli infimi mammiferi viventi, per gli ovipari monotremi australiani. Qui il giovane lecca il latte dalla madre invece di suggerlo. Si possono dunque designare appunto questi monotremi col nome di *amasta* (senza mammelle). In molti mammiferi inferiori si trovano numerose ghiandole mammarie che stanno su diversi siti della superficie ventrale. Nella femmina umana non v'ha per solito che un paio di mammelle anteriormente, sul torace, e così pure nelle scimmie, nei pipistrelli, elefanti ed alcuni altri mammiferi. Talora però anche nella femmina umana appaiono

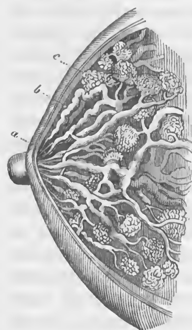


Fig. 299. — La mammella femminile (*Mamma*) in sezione verticale.

c) Lobuli ghiandulari racemosi; *b*) condotti galattofori allargati; *a*) condotti attenuati che sboccano attraverso il capezzolo. Da H. Meyer.

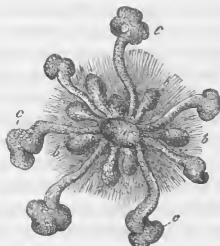


Fig. 300. — Ghiandola mammaria del neonato.

a) Ghiandola centrale primitiva; *b*) Maggiori e *c*) Minori germogli di essa. Da Langer.

due paia di mammelle pettorali collocati l'uno dietro l'altro (talora anche di più), e ciò si deve interpretare come un ritorno ad una forma atavica più antica. Talora esse sono bene sviluppate anche nell'*uomo* ed atte ad essere succhiate, mentre esse per solito nel sesso maschile non esistono che come *organi rudimentali* privi di funzione. Anche le papille pettorali soprannumerarie nell'uomo non sono atavismi rari.

Come le ghiandole cutanee si formano quali locali proliferazioni epidermiche che si affondano nell'*interno*, così le *appendici cutanee*, che noi chiamiamo *unghie* e *peli*, nascono come locali proliferazioni che sporgono all'*esterno*. Le unghie (*ungues*) che si presentano come importanti strutture difensive alla faccia dorsale delle più sensibili parti delle nostre estremità, delle punte delle dita, sono formazioni cornee dell'epidermide di cui dividiamo il possesso colle scimmie. I mammiferi inferiori al loro posto hanno per lo più degli artigli, gli ungulati invece degli zoccoli. La forma stipite dei mammiferi aveva indubbiamente degli *artigli;* i primi abbozzi di questi appaiono già nelle salamandre. Artigli cornei si trovano molto sviluppati nel più dei rettili (fig. 266, pag. 410), ed i mammiferi li hanno ereditati da un ramo di questa classe, dai teromori. Come gli zoccoli degli ungulati, anche le unghie delle scimmie e dell'uomo sono nate dagli artigli dei più antichi mammiferi. Nell'embrione umano il primo abbozzo delle unghie (fra lo strato corneo e lo strato mucoso dell'epidermide) non appare che nel quarto mese. Ma solo al fine del sesto mese il loro margine sporge fuori liberamente.

Le più interessanti ed importanti appendici dell'epidermide sono i *peli*, che per l'intera classe dei mammiferi a ragione della loro particolare composizione e del loro modo di origine si devono considerare come strutture affatto caratteristiche. Certamente si trovano molto sparsi dei peli anche in molti animali inferiori, p. es., negli insetti e vermi. Ma questi peli, come pure i peli delle piante, sono appendici filiformi della superficie che pei caratteri della loro minuta struttura e del loro sviluppo sono al tutto differenti da quelli dei mammiferi. A ragione l'Oken chiamò perciò questi ultimi « *Haarthiere*, o animali piliferi ». I peli dell'uomo come di tutti gli altri mammiferi sono costituiti unicamente da cellule epidermiche peculiarmente differenziate od ordinate. Nel loro primo abbozzo embrionale essi appaiono come affondamenti di zaffi massicci epidermici nel sottostante corio, affatto come gli affondamenti delle ghiandole sebacee e sudoripare. Come in queste ultime il semplice zaffo è costituito in principio da comuni cellule epidermiche. Nell'interno di questo zaffo si differenzia presto una massa cellulare centrale più solida di forma conica. Questa cresce considerevolmente in lunghezza, si libera dalla circostante massa cellulare (« guaina del pelo »), infine erompe fuori ed appare liberamente alla superficie in forma di asta del pelo. La parte più interna nascosta nell'infossatura cutanea (nel « follicolo pilifero ») è la radice del pelo circondata dalla guaina radicale. Lo spuntare del primo pelo nell'embrione umano avviene al fine del quinto od in principio del sesto mese.

Per solito l'embrione dell'uomo durante gli ultimi tre o quattro mesi della gravidanza è coperto di un fitto rivestimento di fini peli lanosi. Questa *lanugine embrionale* (*lanugo*) si perde in parte già durante l' ultima settimana della vita embrionale, in ogni caso però subito dopo il parto, e più tardi viene sostituita dal più tenue pelame permanente. I peli persistenti si producono da bulbi piliferi che germogliano dalla guaina radicale della lanugine caduca. Per solito la lanugine embrionale nell'embrione umano riveste tutto il corpo ad eccezione della palma della mano e della pianta dei piedi. Queste parti rimangono costantemente nude e restano anche glabre in tutte le scimmie e nel più degli altri mammiferi. Non raramente la lanugine dell'embrione

si scosta spiccatamente per la sua colorazione dal pelame persistente che viene in seguito. Così p. es. nella nostra razza indogermanica accade talora che bimbi di genitori biondi al nascere appaiano, con sgomento di questi, coperti di una pelliccia lanosa bruno-scura od anche nera. Solo dopochè questa è caduta appaiono i peli biondi permanenti che il bambino ha ereditato dai suoi genitori. Talora il pelo scuro si conserva ancora per molte settimane od anche mesi dopo la nascita. Questo notevole *rivestimento lanoso dell'embrione umano è un'eredità lasciataci dalle scimmie*, dai nostri antichissimi e pelosi progenitori.

Non meno notevole è il fatto che molte fra le scimmie superiori per la radezza del pelo su alcune parti del corpo si avvicinano già all'uomo. Nel più delle scimmie, sopratutto nei catarrini superiori, la faccia è in gran parte o in tutto nuda oppure ha un pelo così tenue e breve come nell'uomo. Come in questo anche in quelle l'occipite è distinto da pelame più forte ed i maschi hanno spesso una forte barba guanciale e mentale (cfr. figg. 280-292). Qui come colà quest'ornamento del sesso maschile è stato ad ogni modo acquisito per scelta sessuale. In molte scimmie il petto ed il lato interno delle estremità ha pelame molto rado, molto più sparso che il dorso ed il lato esterno delle estremità. D'altra parte non di rado noi siamo sorpresi dai ciuffi pelosi che troviamo alle ascelle, sul dorso e sul lato esterno delle estremità in alcuni uomini della nostra razza indo-germanica e della semitica.

Come è noto una forte pelosità della faccia o dell'intero corpo è ereditaria in alcune famiglie di *uomini pelosi*, come anche la relativa rigogliosità della capigliatura e della barba, come pure lo speciale carattere di quest'ultima si eredita in molte famiglie in modo notevole. Queste straordinarie differenze nel pelame totale o parziale del corpo che devono apparire così meravigliose a chi compari non solo le diverse razze umane, ma anche molte famiglie di una razza, si spiegano semplicemente con ciò che il *rivestimento peloso dell'uomo in complesso è un organo rudimentale*, un'eredità inutile che esso ha ricevuto dalle pelosissime scimmie. L'uomo rassomiglia in ciò all'elefante, al rinoceronte, all'ippopotamo, ai cetacei ed altri mammiferi di diversi ordini che parimenti per adattamento hanno interamente o in massima parte perduto il loro pelame.

Quell'adattamento pel quale nell'uomo la vegetazione pelosa nel più delle parti del corpo è regredita, conservandosi però o persino fortemente sviluppandosi in singoli punti, fu molto verosimilmente la *scelta sessuale*. Come mostrò molto luminosamente il Darwin nel suo libro sull' « *Origine dell'uomo* », la scelta sessuale ha appunto a questo riguardo avuto una grande influenza. Siccome i maschi delle scimmie antropoidi nella scelta della loro futura davano la preferenza alle femmine meno pelose, queste ultime però preferivano quei competitori che si distinguevano per speciale bellezza di barba o di capigliatura, l'intero pelame poco alla volta si ridusse mentre la barba ed i capelli furono elevati ad un grado superiore di perfezione. Inoltre possono però aver anche favorita la perdita del pelo condizioni climatiche, abitudini od altri adattamenti a noi ignoti (168).

Del fatto che il nostro rivestimento peloso sia stato direttamente ereditato dalle scimmie antropoidi ci è data, secondo il Darwin, un' interessante testimonianza dalla direzione dei peli rudimentali sulle nostre braccia la quale senza di ciò non sarebbe affatto spiegabile. Infatti tanto al braccio come all'avambraccio i peli stanno colle loro punte dirette verso il gomito. Qui essi si incontrano ad angolo ottuso. Questo curioso ordinamento non si ritrova fuori che nell'uomo altro che nelle scimmie antropoidi, nel

gorilla, scimpanzè, orang ed in parecchie specie di ilobati. In certe specie di ilobati i peli tanto sul braccio che sull'avambraccio sono diretti verso la mano, come negli altri mammiferi. Quella notevole particolarità degli antropoidi e dell'uomo si spiega semplicemente ammettendo che i nostri comuni progenitori pitecoidi si erano abituati (come fanno anche oggidì quelle scimmie antropoidi!) a tenere, quando piove, le mani al disopra del capo od a riunirle al disopra di esso attorno ad un ramo. La direzione del pelo all'infuori verso il gomito facilitava in questa posizione lo scolare dell'acqua. Così ancora oggidì la direzione dei peluzzi del nostro avambraccio ci dà notizia di quell'utile abitudine dei nostri antenati pitecoidi.

L'anatomia comparata e l'ontogenesi ci mostrano ancora nell'attento esame dell'integumento e delle sue appendici una gran quantità di tali importanti « documenti della creazione » che dimostrano la loro diretta eredità dall'integumento delle scimmie. Pelle e peli noi abbiamo prossimamente ereditato dalle scimmie antropoidi come ad esse furono trasmesse dalle scimmie inferiori ed a queste ancora dai più bassi mammiferi. Ma lo stesso vale anche per l'altro importantissimo sistema organico che si sviluppa dal foglietto cutaneo-sensorio: pel *sistema nerveo* e per gli organi dei sensi. Anche questo elevatissimo sistema organico che compie le più perfette funzioni vitali, le *funzioni psichiche*, l'abbiamo ricevuto in eredità dapprima dalle scimmie e più oltre da mammiferi inferiori.

Il *sistema nerveo* dell'uomo, come di tutti gli altri vertebrati, costituisce allo stato adulto un apparato estremamente complicato la cui attività fisiologica può in generale venir paragonata a quella di un esteso sistema di telegrafia elettrica. Come stazione centrale funge il *midollo centrale* o *sistema nerveo centrale*, le cui innumerevoli « cellule gangliari » (fig. 9, pag. 84) sono fra di loro connesse da prolungamenti ramificati come da innumerevoli e finissimi fili conduttori. Questi ultimi sono le « fibre nervee » periferiche sparse dovunque; esse, insieme coi loro apparati terminali, organi di senso, ecc. costituiscono il *midollo conduttore* o sistema nerveo periferico. In parte esse, quali *fibre sensibili*, conducono le impressioni di senso della pelle e di altri organi di senso al midollo centrale, in parte esse, quali *fibre nervee motorie*, conducono i comandi volitivi di questo ai muscoli.

Il *sistema nerveo centrale* o *midollo centrale* (*medulla centralis*) è il vero organo dell'attività psichica in stretto senso. Si immagini come si vuole l'interno collegamento di quest'organo e della sua funzione, tanto rimane certo che le particolari funzioni di esso che noi chiamiamo sensazione, volontà e pensiero, nell'uomo come in tutti gli animali superiori sono invariabilmente legate allo sviluppo normale di quell'organo materiale. Dovremo dunque fin d'ora essere specialmente ansiosi di conoscere l'embriologia di quest'ultimo. Poichè questa solo ci può dare le più importanti indicazioni sulla natura della nostra « anima », essa può pretendere da noi il maggior interesse. Poichè se il midollo centrale si sviluppa nell'embrione umano affatto come nell'embrione di tutti gli altri mammiferi, allora anche l'origine dell'organo psichico umano dallo stesso organo centrale di altri mammiferi e poi di vertebrati inferiori non può essere dubbia. Nessuno dunque potrà contestare l'enorme portata di questi fenomeni evolutivi.

Per apprezzare giustamente questi ultimi noi dobbiamo premettere due parole sulla forma generale e sulla costituzione anatomica del midollo centrale dell'uomo allo stato compiuto. Esso risulta, come il sistema nerveo centrale, di tutti gli altri cranioti da due diverse parti fondamentali: prima dal *midollo cefalico* o *cervello* (*medulla capitis* od *encephalon*) ed in secondo luogo dal *midollo spinale* (*medulla*

spinalis o *notomyelon*). Il primo è rinchiuso nel cranio osseo o « scatola cerebrale », l'altro nell'osseo « canale vertebrale » che viene formato dalla serie delle vertebre in forma di un anello a sigillo collocate le une dietro le altre (cfr. tav. V, fig. 16, *m*). Dal cervello partono 12 paia di nervi cefalici, dal midollo spinale 31 paia di nervi rachidei pel restante del corpo. Il midollo spinale, considerato all'ingrosso, appare un cordone cilindrico il quale tanto superiormente alla regione del collo (all'ultima vertebra cervicale) come inferiormente nella regione dei lombi (alla prima vertebra lombare) presenta un rigonfiamento fusiforme (figg. 301, 302). Dal rigonfiamento cervicale partono dal midollo spinale i forti nervi delle estremità superiori; dal rigonfiamento lombare quelli delle inferiori. Superiormente il midollo spinale passa pel *midollo allungato* (*medulla oblongata*, fig. 302, *mo*) al cervello. Apparentemente il midollo dorsale è bensì una densa massa di sostanza nervea; tuttavia esso racchiude nel suo asse un canale molto stretto che superiormente va nelle più ampie cavità cerebrali e che, come queste, è ripieno di un limpido umore.

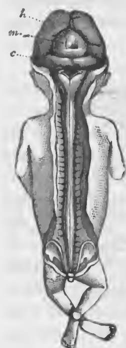


Fig. 301. — Embrione umano di tre mesi, in grandezza naturale, dal lato dorsale, con cervello e midollo spinale denudati.

h) Gli emisferi del prosencefalo (cervello anteriore); *m*) Corpo quadrigemino (cervello medio); *c*) Cervelletto (cervello posteriore); sotto quest'ultimo il triangolare midollo allungato (cervello terminale). Da Kölliker.

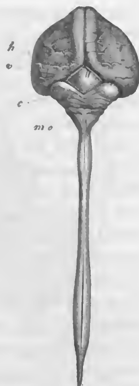


Fig. 302. — Midollo centrale di un embrione umano di 4 mesi, in grandezza natur., dal lato dorsale. Da Kölliker.

h) Grandi emisferi; *v*) Corpo quadrigemino; *c*) Cervelletto; *mo*) Midollo allungato: disotto il midollo spinale.

Il cervello od encefalo forma una massa nervea vistosa, riempiente la massima parte del cervello, la quale ha struttura estremamente complicata e che all'esame superficiale si scinde dapprima in due elementi principali: il cervello propriamente detto, ed il cervelletto (*cerebrum* e *cerebellum*). Il cerebro giace più al davanti e al disopra e mostra alla sua superficie le note caratteristiche circonvoluzioni coi solchi (vedi figg. 303, 304). Al lato superiore esso si scinde per una profonda scissura longitudinale in due metà laterali, i grandi emisferi; e questi sono collegati l'uno all'altro da un ponte trasverso, il corpo calloso (*corpus callosum*). Questo cervello p. d. (*cerebrum*) è diviso per una grande scissura trasversale dal cervelletto (*cerebellum*). Quest'ultimo giace più all'indietro e al disotto e mostra parimente alla sua superficie numerosi, ma molto più fini e regolari solchi e fra essi convessi rigonfiamenti (fig. 303 inferiormente). Anche il cervelletto si scinde per una incisura longitudinale in due metà laterali, i « piccoli emisferi »; questi sono connessi superiormente da un pezzo intermedio vermiforme, il cosidetto verme del cervelletto (*vermis*), inferiormente da un ponte trasverso (*Pons Varoli*) (fig. 303, VI).

Ma l'anatomia comparata e l'ontogenesi ci mostrano che il cervello nell'uomo, come in tutti gli altri cranioti, è composto in origine non da *due* ma da cinque diverse parti principali collocate le une dietro alle altre. Queste nell'embrione di tutti i cranioti, dai ciclostomi e pesci su fino all'uomo, appaiono primitivamente al tutto nella stessa forma, cioè come cinque ampolle giacenti le une dietro le altre. Quanto però sono uguali questi

inizii, altrettanto è diverso il loro ulteriore sviluppo. Nell'uomo ed in tutti i mammiferi la *prima* di queste cinque ampolle, il *cervello anteriore*, si sviluppa così preponderantemente che in istato adulto per grandezza e peso forma di gran lunga la più gran parte dell'intero cervello. Non solo appartengono ad esso i grandi emisferi ma anche il robusto ponte trasversale che li collega, poi i lobi olfattori da cui partono i nervi olfattori, come pure il più di quelle formazioni che giaciono sul tetto e sul fondo delle grandi cavità laterali all'interno dei due emisferi, così sopratutto i grandi corpi striati. Per contro le due eminenze ottiche collocate posteriormente fra questi ultimi appartengono già alla *seconda* sezione principale la quale si sviluppa dal *cervello intermedio;* così pure loro appartengono la terza cavità cerebrale impari e le strutture

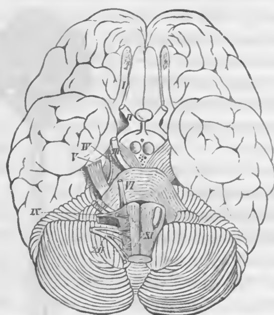


Fig. 303. — Il cervello umano visto dal lato inferiore. Da H. Meyer.

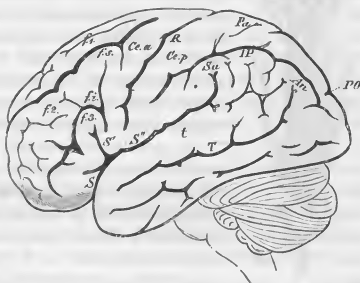


Fig. 304. — Il cervello umano visto dal lato sinistro. Da H. Meyer.

Fig. 303. — Disopra (davanti) il cervello propriamente detto coi solchi estesamente ramificati, inferiormente (dietro) il cervelletto cogli stretti solchi paralleli. Le cifre romane designano le radici delle dodici paia di nervi cerebrali andando dall'avanti all'indietro.

Fig. 304. — I solchi del cervello vero sono designati da linee grosse, quelle del cervelletto da linee sottili. Sotto quest'ultimo si vede il midollo allungato *f.-f.*)· Circonvoluzioni frontali; *C*) Circonvoluzioni centrali; *S*) Fessura di Silvio; *T*) Fessura temporale; *Pa*) Lobuli apicali; *An*) Lobuli angolari; *Po*) Fessura occipitale.

che son designate col nome di infundibuli, eminenza grigia e glandola pineale. Dietro a queste parti noi troviamo nascosto in mezzo fra il cervello vero ed il cervelletto un piccolo nodulo composto da due paia di eminenze che in causa di un superficiale solco in croce che divide queste ultime viene detto corpo quadrigemino (*corpus quadrigeminum*, figg. 301, *m*, 302, *v*). Sebbene questo piccolo quadrigemino nell'uomo e nei mammiferi superiori sia insignificantissimo, esso tuttavia forma da sè una *terza* sezione principale che viceversa nei vertebrati inferiori è prevalentemente sviluppata: il *cervello medio*. Segue poi, come *quarta* sezione principale, il cervello posteriore o « cervelletto » in stretto senso (*cerebellum*) colla parte impari mediana, il « verme », e le parti laterali pari dei « piccoli emisferi » (fig. 302, *c*). Finalmente segue a queste, come *quinta* ed ultima sezione principale, il « midollo allungato » (*medulla oblungata*, fig. 302, *m o*) che contiene la quarta cavità cerebrale impari e le parti vicine (piramidi, olive, corpi restiformi). Questo midollo allungato si continua direttamente nel *midollo spinale*. Lo stretto canale centrale del midollo spinale si prosegue superiormente nella quarta

cavità cerebrale del *midollo allungato* la quale è allargata a rombo e il cui fondo forma la fossa romboidale. Di lì uno stretto canale (il cosidetto « acquedotto di Silvio ») conduce attraverso il corpo quadrigemino alla terza cavità cerebrale che sta fra le due eminenze ottiche e questa a sua volta è connessa colle due cavità laterali pari che giaciono a destra e a sinistra nei grandi emisferi. Così dunque tutte le cavità del midollo centrale stanno in diretta comunicazione. Nei particolari tutte le parti nominate del cervello hanno una minuta fabbrica infinitamente complicata nella quale qui non possiamo addentrarci. Sebbene essa nell'uomo e nei vertebrati superiori sia molto più complicata che non nelle classi inferiori, si origina però in tutti quanti i cranioti dallo stesso inizio, cioè dalle semplici cinque ampolle cerebrali dell'originario abbozzo embrionale (cfr. tavole VI-IX, pag. 256).

Prima ora di esaminare l'evoluzione individuale della complicata struttura cerebrale da questa semplice serie di vesciche, per comprendere meglio diamo ancora un'occhiata comparativa agli animali inferiori che non hanno un simile cervello. Qui già nei vertebrati acranii, nell'*Amphioxus*, noi non troviamo, come già sapete, un vero cervello. L'intero midollo centrale forma solamente quel semplice cordone cilindrico che corre longitudinalmente pel corpo e che termina quasi così semplicemente all'avanti come all'indietro; un semplice *tubo midollare* (tav. XI, fig. 15, *m*). Ma noi avevamo già trovato abbozzato lo stesso semplice tubo midollare nella larva di ascidia (tav. X, fig. 5, *m*) e cioè nella stessa posizione caratteristica, al disopra della corda. Esaminando più attentamente noi avevamo però già trovato in questi due animali strettamente affini un piccolo rigonfiamento vescicolare alla estremità anteriore del tubo midollare: il primo accenno di un differenziamento del tubo midollare in cervello (m_1) e midollo spinale (m_2). Negli estinti provertebrati questo differenziamento era verosimilmente più pronunziato ed il cervello più rigonfio a vescica (figg. 95-99, pag. 189). *Il cervello è filogeneticamente più antico del midollo spinale*, poichè il tronco si è sviluppato dopo il capo. Se noi ora consideriamo l'innegabile parentela delle ascidie cogli elminti e ci ricordiamo che noi dobbiamo derivare tutti i cordati da elminti inferiori, risulta chiaramente che il semplice midollo centrale dei primi è equipollente al semplice ganglio nerveo che nei vermi inferiori giace sopra alla faringe e che perciò porta da molto tempo il nome di « *ganglio faringeo superiore* » (*ganglion pharyngeum superius*); esso vien meglio detto *cervello primitivo* o *cervello apicale* (*acroganglion*). Nei turbellari l'intiero sistema nerveo non è costituito che da questo semplice paio di ganglii che giace sulla faccia dorsale del corpo e dal quale irraggiano dei filamenti nervei alle varie parti del corpo (fig. 295, *g n*). Manifestamente questo ganglio soprafaringeo dei vermi inferiori è il semplice fondamento da cui si è sviluppato il complicato midollo cerebrale dei vertebrati superiori. *Dall'allungarsi di questo cervello apicale sul lato dorsale è nato il tubo midollare dei cordonii* il quale è esclusivamente proprio dei vertebrati e tunicati. Per contro in tutti i rimanenti animali il sistema nerveo centrale si è svolto in tutt'altra guisa dal ganglio faringeo superiore; sopratutto negli articolati si è aggiunto a questo ultimo un anello faringeo con catena gangliare ventrale. Anche i molluschi hanno un cingolo esofageo mentre questo manca interamente ai vertebrati. Nei vertebrati soli ha avuto luogo uno sviluppo progressivo del midollo centrale sul *lato dorsale;* negli articolati si ebbe precisamente all'opposto uno sviluppo di esso sul *lato ventrale.* Questo fatto fondamentale dimostra già di per sè che non sussiste alcuna diretta parentela fra i vertebrati e gli articolati. Gli infelici tentativi che si son fatti per derivare il midollo

spinale dei primi dal midollo ventrale di questi ultimi sono completamente falliti (cfr. pagg. 240, 254, 365).

Se noi ora consideriamo l'*ontogenesi* del sistema nerveo dell'uomo, dobbiamo partire dal fatto importantissimo e a voi già noto che il primo abbozzo di esso nell'uomo come in tutti i vertebrati è formato da un *semplice tubo midollare* e che

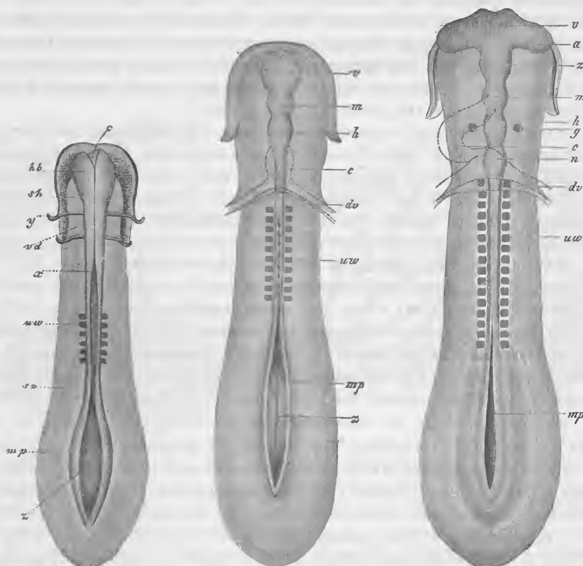


Fig. 305. Fig. 306. Fig. 307.

Scudo embrionale sandaliforme del pulcino in tre successivi stadii di sviluppo, visto dalla faccia dorsale, ingr. circa 20 volte (alquanto schematico).

Fig. 305 con sei paia di protovertebre. Cervello in forma di una semplice vescica (*hb*). Doccia midollare da *x* in poi ancora largamente aperta, posteriormente in *z* molto allargata; *mp*) Placche midollari; *sp*) Lamine laterali; *y*) Limite tra la cavità faringea (*sh*) e l'intestino cefalico (*vd*). Fig. 306 con dieci paia di protovertebre. Cervello diviso in tre vesciche: *v*) Cervello anteriore: *m*) Cervello mediano; *h*) Cervello posteriore; *c*) Cuore; *dv*) Vene vitelline. Doccia midollare all'indietro ancora largamente aperta (*z*); *mp*) Placche midollari. Fig. 307 con sedici paia di protovertebre. Cervello diviso in cinque vesciche: *v*) Cervello anteriore; *z*) Cervello intermedio; *m*) Cervello mediano; *h*) Cervello posteriore; *n*) Cervello terminale; *a*) Vesciche oculari; *g*) Vesciche uditive; *c*) Cuore; *dv*) Vene vitelline; *mp*) Placca midollare; *uw*) Protovertebra.

questo si stacca dal foglietto germinativo esterno nella linea mediana del sandaliforme scudo embrionale. Come ricorderete, appare dapprima nel mezzo dello scudo embrionale sandaliforme il rettilineo solco midollare (figg. 124-128). Da ambo i lati di esso i suoi due margini paralleli si fan convessi in alto formando i rilievi dorsali o midollari. Questi ultimi si incurvano coi loro margini liberi l'uno verso l'altro e poi si saldano costituendo il *tubo midollare* chiuso (figg. 129-132). Dapprima questo tubo

midollare giace immediatamente sotto alla lamina cornea; più tardi però esso viene a giacere affatto all'interno poichè partendo da destra e sinistra i margini superiori delle piastre protovertebrali crescono insinuandosi fra la lamina cornea ed il tubo midollare, si riuniscono al disopra di questo e così lo seppelliscono in un canale completamente chiuso. Come nota molto acconciamente il Gegenbaur, « questa graduale inclusione nell'interno del corpo deve tenersi qui per un processo acquisito col progressivo differenziamento e colla più elevata *potenzialità*, per tal modo raggiunta, pel quale processo l'organo *più prezioso* per l'organismo viene nascosto nell'interno » (cfr. figg. 138-141, come pure tavole IV e V, pag. 233).

Ad ogni uomo pensante e scevro di pregiudizi deve apparire fatto altamente importante e grave di conseguenze, che il nostro organo psichico come quello di tutti gli altri cranioti si inizii nello stesso modo preciso e nella stessa semplicissima forma nella quale esso permane tutta la vita nell'infimo vertebrato, nell'*Amphioxus* (tav. XI, fig. 15, *m*). Già nei ciclostomi, un grado dunque al disopra degli acranii, comincia per tempo l'estremità anteriore del cilindrico tubo midollare a rigonfiarsi a foggia di vescica piriforme, e questo è il primo abbozzo di un cervello indipendente (tavola XI, fig. 16, m_1). Con ciò il *midollo centrale* dei vertebrati per la prima volta si differenzia nettamente nelle sue due regioni principali, *cervello* (m_1) e *midollo spinale* (m_2) in corrispondenza colle due regioni principali del corpo, capo e tronco. Già nell'*Amphioxus* e nella larva di ascidia (tav. X, fig. 5) si può osservare un primo debole accenno di questo importante differenziamento.



Fig. 308. Fig. 309. Fig. 310.

Midollo centrale dell'embrione umano nella settima settimana, lungo 2 cm. Da Kölliker.

Fig. 310. Veduta dell'intero embrione dal lato sinistro, con cervello e midollo spinale denudati. Fig. 309. Il cervello colla parte superiore del midollo spinale, dal lato sinistro. Fig. 308. Il cervello di sopra. *v*) Cervello anteriore; *z*) Cervello intermedio; *m*) Cervello mediano; *h*) Cervello posteriore; *n*) Cervello terminale.

La semplice forma vescicolare del cervello, che nei ciclostomi si conserva abbastanza a lungo, appare anche dapprima in tutti i vertebrati superiori (fig. 305, *hb*). Qui però essa passa rapidamente poichè la semplice vescica cerebrale si scinde per costrizioni trasversali in più sezioni giacenti l'una dietro l'altra. Dapprima appaiono due di tali strozzature e così il cervello forma tre ampolle collocate l'una dietro l'altra (cervello anteriore, medio e posteriore, fig. 306, *v*, *m*, *h*). Poi la prima e la terza di queste tre ampolle primitive si scindono a loro volta per una strozzatura trasversale ciascuna in due parti e così vengono a formarsi cinque sezioni vescicolari collocate l'una dietro l'altra (fig. 307; cfr. inoltre tav. V, figg. 13-16, tavole VI-IX, seconda serie trasversa). Queste cinque ampolle cerebrali fondamentali che ritornano in uguale forma nell'embrione di tutti i cranioti, furono già riconosciute dal Baer e designate corrispondentemente alla loro relativa posizione coi nomi seguenti: 1° cervello anteriore (*v*), 2° cervello intermedio (*z*), 3° cervello mediano (*m*), 4° cervello posteriore (*h*) e 5° cervello terminale (*n*).

In tutti i cranioti, dai ciclostomi su fino all'uomo, si svolgono da queste cinque vesciche cerebrali primitive le stesse parti, sebbene con molto differente sviluppo. La prima ampolla, il *cervello anteriore* o prosencefalo (*prosencephalon*, *v*) forma di gran lunga la parte maggiore del cosidetto « cervello proprio », segnatamente i due grandi emisferi, i lobi olfattivi, le eminenze striate ed il corpo calloso insieme colla fornice. Dalla seconda ampolla, dal *cervello intermedio* (*deutencephalon*, *z*), nascono

anzitutto le eminenze ottiche e le altre parti che circondano la così detta « terza cavità cerebrale », infine l'infundibolo e la ghiandola pineale. La terza ampolla, il *cervello medio* (*mesencephalon, m*), fornisce il piccolo gruppo quadrigemino e l'acquedotto di Silvio. Dalla quarta ampolla, dal *cervello posteriore* o *cervelletto* (*metencephalon, h*) si sviluppa la massima parte del cosidetto « cervelletto », cioè il « verme » mediano ed i due « piccoli emisferi » laterali. Infine la quinta ampolla, il *cervello terminale* (*epencephalon, n*), diviene il « midollo allungato » (*medulla oblungata*), colla fossa romboide, le piramidi, olive, ecc.

Certamente noi dobbiamo considerare come un fatto anatomo-comparativo ed ontogenetico della massima importanza che in tutti i cranioti, dagli infimi ciclostomi e pesci fino alle scimmie ed all'uomo, il cervello nell'embrione si abbozzi in origine al tutto nella stessa guisa. Dappertutto un semplice rigonfiamento vescicolare alla parte superiore del tubo midollare forma il primo accenno del cervello. Dappertutto da questo semplice rigonfiamento vescicolare nascono quelle cinque ampolle e dappertutto si sviluppa da quelle cinque ampolle cerebrali primitive il cervello definitivo con tutte le sue intricate disposizioni anatomiche che nei varii vertebrati appaiono più tardi così straordinariamente diverse. Se voi paragonate un cervello adulto di un pesce, d'un anfibio, d'un rettile, di un uccello e di un mammifero, voi potete appena concepire come si possa essere in grado di ricondurre l'una all'altra le singole parti di queste formazioni esternamente ed internamente così diverse. E tuttavia tutti questi diversi cervelli di cranioti si son prodotti dalla stessa forma fondamentale. Per convincerci di questo fatto fondamentale noi non abbiamo che da porre l'uno vicino all'altro i corrispondenti stadii d'evoluzione di embrioni di queste diverse classi animali (tav. VI-IX, seconda serie trasversa).

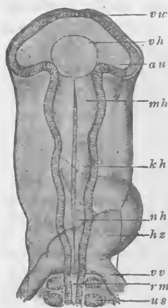


Fig. 311. — Capo di un embrione di pulcino (incubato per 58 ore), dalla faccia dorsale, ingrandito 40 volte. Da Mihalkovics.

vw) Parete anteriore del cervello anteriore; *vh*) Sua cavità; *au*) Vesciche oculari; *mh*) Cervello mediano; *kh*) Cervello posteriore; *nh*) Cervello terminale; *hz*) Cuore (trasparente dal disotto); *vv*) Vene vitelline; *us*) Protosegmento; *rm*) Midollo spinale.



Fig. 312. — Cervello di tre embrioni di cranioti in sezioni longitudinali: *A*, di un selace (*Heptanchus*); *B*, di un serpente (*Coluber*); *C*, di una capra (*Capra*).

a) Cervello anteriore; *b*) Cervello intermedio; *c*) Cervello mediano; *d*) Cervello posteriore; *e*) Cervello terminale; *s*) Fessura cerebrale primitiva. Da Gegenbaur.

Un'accurata comparazione dei corrispondenti gradi di sviluppo del cervello nei diversi cranioti è estremamente istruttiva. Se noi li seguiamo attraverso tutta la serie delle classi dei cranioti, ci convinciamo presto dei seguenti fatti interessantissimi: Nei *ciclostomi* (nei mixinoidi e petromizonti) nei quali abbiamo appreso a conoscere i più bassi ed antichi cranioti, l'intero encefalo si conserva per tutta la vita in un livello di sviluppo molto basso e primitivo quale negli embrioni dei rimanenti cranioti è fuggitivamente transitorio; quelle cinque primitive sezioni del cervello rimangono colà visibili in forma poco modificata. Nei pesci però sottentra già un'essenziale e considerevole trasformazione delle cinque ampolle cerebrali, e sono manifestamente prima il

cervello dei pesci primitivi (*selaci*, fig. 313) e poi il cervello dei ganoidi (*ganoides*), quelli dai quali deve venir derivato da una parte il cervello degli altri pesci, dall'altra il cervello dei dipneusti ed anfibii e più oltre quello dei vertebrati superiori. Nei pesci ed anfibii (fig. 314) ha sopratutto potente sviluppo la parte mediana, il cervello medio, ed anche la quinta sezione, il cervello terminale, mentre la prima, seconda e quarta sezione rimangono notevolmente indietro.

Nei vertebrati superiori la cosa va al tutto oppositamente, qui si sviluppa straordinariamente la prima e la quarta sezione, il cervello anteriore ed il cervelletto; per contro il cervello medio rimane molto piccolo e così pure il midollo allungato è molto ridotto. Le eminenze quadrigemine vengono coperte dagli emisferi e così pure il midollo allungato lo è in gran parte dal cervelletto. Ma anche fra i vertebrati superiori si trovano di nuovo numerose gradazioni nello sviluppo del cervello. Dagli anfibii in su il cervello, e perciò anche la vita psichica, si sviluppa in due diverse direzioni una delle quali viene seguita dai rettili ed uccelli e l'altra dai mammiferi. Per questi ultimi è sopratutto caratteristico lo sviluppo affatto particolare della prima sezione, del cervello anteriore. Solo nei mammiferi si sviluppano infatti gli « emisferi » in tale misura che essi coprono dal disopra tutte le rimanenti parti del cervello (figg. 304, 315-318).

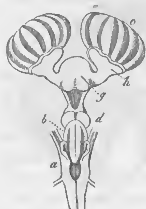


Fig. 313. — Cervello di un selace (*Scyllium*) dalla faccia dorsale.

g) Cervello anteriore; *h*) Lobi olfattivi del cervello anteriore, i quali mandano i potenti nervi olfattivi alle grandi capsule nasali (*o*); *d*) Cervello intermedio; *b*) Cervello medio: fa seguito l'insignificante abbozzo del cervello posteriore; *a*) Cervello terminale. Da Gegenbaur.

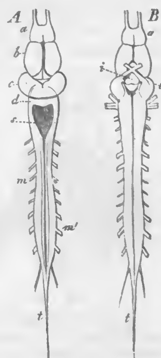


Fig. 314. — Cervello e midollo spinale della rana. *A*, Dal lato dorsale; *B*, Dal lato ventrale.

a) Lobi olfattivi davanti al cervello anteriore (*b*); *i*) infundibolo alla base del cervello intermedio; *c*) Cervello mediano; *d*) Cervello posteriore; *s*) Fossa romboidale nel cervello terminale; *m*) Midollo spinale (nella rana brevissimo); *m'*) Radici efferenti dei nervi rachidei; *t*) Filamento terminale del midollo spinale. Da Gegenbaur.

Anche la posizione relativa delle ampolle cerebrali offre differenze degne di nota. Negli infimi cranioti le cinque ampolle cerebrali giaciono primitivamente quasi in un piano le une dietro le altre. Se noi guardiamo il cervello di fianco noi possiamo tagliare con una linea retta tutte cinque le vesciche. Ma nelle tre classi superiori di vertebrati, negli *amnioti*, contemporaneamente alla curvatura cefalica e nucale dell'intero corpo interviene anche un considerevole incurvamento dell'abbozzo del cervello in guisa che tutta la faccia superiore dorsale del cervello cresce molto più rapidamente che non la faccia ventrale inferiore. In seguito a ciò nasce una tale curvatura che più tardi la posizione delle parti è la seguente: Il cervello anteriore giace affatto anteriormente al disotto, il cervello intermedio un po' più alto al disopra e il cervello mediano sta più alto di tutti ed è quello che sporge maggiormente; il cervello posteriore giace di nuovo più profondamente ed il cervello terminale sta ancora più profondamente all'indietro. Così è solo per le tre classi degli amnioti, pei rettili, uccelli e mammiferi (cfr. tavole I e XX come pure VI-IX).

Mentre per tal guisa nei rapporti generali dell'accrescimento del cervello i mammiferi concordano ancora variamente cogli uccelli e rettili, sorgono presto fra i due

spiccate differenze. Negli uccelli e rettili (tavole VI e VII) si sviluppa abbastanza fortemente il cervello medio (*m*) e la parte mediana del cervello posteriore. Nei mammiferi invece (tavole VIII e IX) queste parti rimangono poco sviluppate e perciò qui il cervello anteriore comincia a crescere così fortemente che si espande dall'avanti e dal disopra su tutte le altre ampolle. Crescendo sempre più verso l'indietro esso in ultimo ricopre dal disopra tutto il resto del cervello ed anche racchiude in sè dai due lati la parte mediana di esso (figg. 315 a 317). Questo processo ha la massima importanza per ciò che appunto questo cervello anteriore è l'organo delle più elevate attività psichiche, perchè appunto qui si compiono quelle funzioni delle cellule nervee la cui somma vien per solito designata col nome di *anima* o anche di « *spirito* » in stretto senso. Le più alte funzioni della vita animale: le meravigliose manifestazioni della coscienza, gli intricati fenomeni di movimento che dànno il pensiero hanno la



Fig. 315. Fig. 316. Fig. 317.

Fig. 315. — Cervello di un embrione bovino, lungo 5 cm., ingrandito tre volte. Da Mihalkovics. Veduta dal lato sinistro; la parete laterale del grande emisfero sinistro è rimossa. — *st*) Corpi striati; *ml*) Forame di Monro; *ag*) Plesso coroide; *ah*) Corno d'ammone; *mh*) Cervello medio; *kh*) Cervelletto; *dv*) Vôlta del quarto ventricolo; *bb*) Curva del corpo calloso; *na*) Midollo allungato.

Fig. 316. — Cervello di un embrione umano di 12 settimane, in grandezza naturale. Da Mihalkovics. Veduta postero-superiore. — *ms*) Fessura palleale; *mh*) Corpo quadrigemino (cervello medio); *vs*) velo midollare anteriore; *kh*) Cervelletto; *vv*) Quarto ventricolo; *na*) Midollo allungato.

Fig. 317. — Cervello di un embrione umano di 24 settimane, sezionato nella linea mediana, in grandezza naturale. Da Mihalkovics. Veduta dalla metà destra, dal di dentro. — *rn*) Nervo olfattorio; *tr*) infundibolo del cervello intermedio; *vc*) Commissura anteriore; *ml*) Forame di Monro; *gw*) Fornice; *ds*) Setto lucido; *bl*) Corpo calloso; *br*) Solco calloso-marginale; *hs*) Fessura occipitale; *zk*) Cuneo; *sf*) Solco calcarino; *zb*) Epifisi; *mh*) Corpo quadrigemino; *kh*) Cervelletto.

loro sede nel cervello anteriore. Si possono togliere ad un mammifero, senza che egli muoia, i grandi emisferi pezzo per pezzo, e si constata che con ciò le più elevate attività psichiche: coscienza e pensiero, volontà cosciente e sensazione, pezzo per pezzo sono turbate e in ultimo interamente annichilite. Se frattanto si nutre artificialmente quell'animale lo si può ancora tenere lungo tempo in vita poichè per quella distruzione dei più importanti organi psichici, la nutrizione dell'intero corpo, la digestione, respirazione, circolazione del sangue, secrezione dell'urina, in breve le funzioni vegetative, non sono per nulla distrutte. Solo la sensibilità cosciente ed il movimento volontario, il pensare e la combinazione di diverse attività psichiche superiori sono svanite.

Ora gli è solo nei placentali superiori che il cervello anteriore, sorgente di tutte queste mirabilissime attività nervee, raggiunge quell'alto grado di perfezione e con ciò si spiega semplicemente perchè i mammiferi superiori sotto il rapporto intellettuale sopravanzano di tanto gli inferiori. Mentre l' « anima » nei placentali inferiori non si eleva al disopra di quella degli uccelli e rettili, noi troviamo fra i placentali superiori un'ininterrotta gradazione di progresso psichico che va su fino alle scimmie ed all'uomo.

Corrispondentemente a ciò anche il loro cervello anteriore mostra sorprendenti diversità nel grado di sviluppo. Nei mammiferi inferiori la superficie dei grandi emisferi (della parte più importante!) è affatto liscia e piana, così per esempio nel coniglio (figg. 318, 319). Inoltre il cervello anteriore rimane così piccolo che esso non copre nemmeno dal disopra il cervello medio. Un grado più alto quest'ultimo viene bensì interamente coperto dal soperchiante cervello anteriore, ma il cervello posteriore rimane ancora libero e scoperto. Infine il primo si espande anche al disopra di questo ultimo nelle scimmie e nell'uomo. Una stessa serie di passaggi graduali possiamo anche rintracciare nello sviluppo dei particolari solchi e rigonfiamenti che appaiono così caratteristici alla superficie degli emisferi nei mammiferi superiori (figg. 303, 304). Se si comparano i diversi gruppi di mammiferi rispetto a queste solcature e circonvoluzioni del loro cervello si trova che il loro graduato perfezionamento va perfettamente di pari passo coll'evoluzione delle attività psichiche superiori.

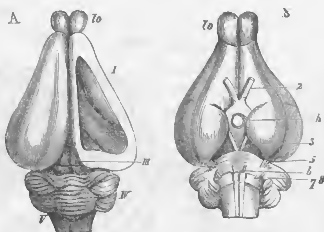


Fig. 318. — Cervello del coniglio.
A, Dal lato dorsale; *B*, Dal lato ventrale.
lo) Lobi olfattivi: I, Cervello anteriore; *h*) ipofisi alla base del cervello intermedio; III, Cervello medio; IV, Cervello posteriore; V, Cervello terminale; 2. Nervo ottico; 3. Nervo oculomotore; 5-8. Quinto ad ottavo nervo cerebrale. In *A* è rimosso il tetto del grande emisfero destro (*I*), cosicchè si scorge nella cavità laterale di esso il corpo striato. Da Gegenbaur.

Negli ultimi tempi si è data molta attenzione a questo speciale ramo dell'anatomia del cervello, e persino nel genere umano si sono constatate spiccatissime *differenze individuali*. In tutti gli individui umani che si distinguono per speciale talento ed alta intelligenza, questi rilievi e solchi alla superficie dei grandi emisferi mostrano uno sviluppo molto più considerevole che negli uomini comuni, ed ancora in questi uno sviluppo più grande che non nei cretini ed altri individui per solito poveri di spirito. Anche nell'interna struttura del cervello anteriore si mostrano fra i mammiferi uguali gradazioni. Segnatamente il corpo calloso, il ponte trasverso fra i due grandi emisferi, non è sviluppato che nei placentali. Altre disposizioni, per es. nella struttura delle cavità laterali, le quali dapprima appaiono come tali proprie unicamente dell'uomo non si ritrovano che nelle specie superiori di scimmie. Per un certo tempo si è creduto che l'uomo possieda nel suo cervello organi affatto speciali che mancano a tutti gli altri animali. Ma la più attenta comparazione ha constatato che tale non è il caso, che piuttosto le proprietà caratteristiche del cervello umano sono già abbozzate nelle scimmie inferiori e più o meno sviluppate nelle scimmie superiori. L'Huxley nelle sue importanti e più volte citate « Testimonianze del posto che tiene l'uomo nella natura » (1863) ha dimostrato in modo convincente che entro la serie delle scimmie le differenze nella struttura del cervello determinano una lacuna molto più grande fra le scimmie inferiori e le superiori, che non fra le scimmie superiori e l'uomo. Veramente questa proposizione vale anche per tutte le altre parti del corpo. Ma la sua validità pel midollo centrale ha una importanza specialissima. Questa non appare in piena luce se non quando si considerino insieme quei fatti morfologici ed i corrispondenti fenomeni fisiologici, quando si pensi che ogni funzione psichica richiede pel suo intero e normale esercizio l'intera e normale esistenza della corrispondente struttura cerebrale. I complicatissimi e perfettissimi

fenomeni di movimento all'interno delle cellule nervee i quali noi comprendiamo in una parola sotto il nome di « *vita psichica* » nei vertebrati ed anche nell'uomo possono esistere tanto poco come la circolazione del sangue senza cuore e sangue. Poichè però il midollo centrale dell'uomo si sviluppa dallo stesso tubo midollare come nei rimanenti vertebrati, così anche la sua vita psichica ha la stessa origine.

Lo stesso vale naturalmente anche pel *midollo conduttore* o pel cosidetto « *sistema nerveo periferico* ». Esso risulta dalle fibre nervee sensorie che in direzione centripeta conducono le impressioni sensitive della pelle e degli organi di senso al midollo centrale, e dalle fibre nervee *motrici* che viceversa conducono in direzione centrifuga i

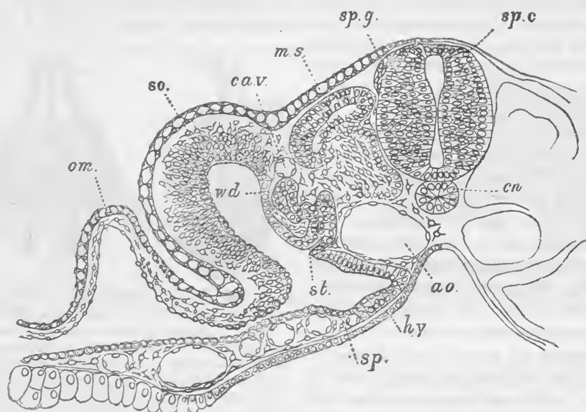


Fig. 319. — Sezione trasversa d'un embrione d'anitra con 24 protosegmenti. Da Balfour.

Da una lista laterale dorsale del lato midollare (*spc*) spuntano fra esso e la lamina cornea i ganglii spinali (*spg*); *ch*) Corda; *ao*) Aorta pari; *hy*) Foglietto ghiandolo-intestinale; *sp*) Foglietto fibro-intestinale con sezione di vasi sanguigni; *ms*) Lamina muscolare nella parete dorsale del miocelo (episomite). Sopra la vena cardinale (*cav*) è visibile il condotto renale primitivo (*wd*) ed un canale segmentale (*st*). Il foglietto fibro-cutaneo della pelle (*so*) si prosegue nella piega amniotica (*om*). Fra i quattro foglietti germinativi secondarii e gli abbozzi che da quelli derivano si sviluppa del connettivo embrionale con cellule stellate ed abbozzi di vasi (" mesenchima „ di Hertwig).

moti volitivi dal midollo centrale ai muscoli. Tutte queste fibre nervee periferiche si producono dal tubo midollare e sono dunque, come questo, prodotti del foglio cutaneo sensorio. I *ganglii spinali* (fig. 319, *spg*) nascono da una lista nervea dorsale del tubo midollare la quale dal suo sito di chiusura cresce fra esso ed il foglio corneo verso l'infuori e si inspessisce nel mezzo di ciascun protosegmento a formare un *ganglion spinale*. I ganglii splancnici del *cordone limitante simpatico* non sono che parti staccate da quei ganglii spinali. Mentre l'intero apparato nerveo è dunque di origine esodermica, i suoi invogli di tessuto connettivo nascono invece dal foglietto fibro-cutaneo, così segnatamente le membrane midollari (*meninges*). Il chiaro intendimento dell'*ontogenesi* dei nervi periferici e della loro primitiva connessione da una parte col midollo centrale, dall'altra cogli organi dei sensi e coi muscoli risulta dal rapporto causale di essa colla loro *filogenesi*, quando si applichi la legge biogenetica fondamentale.

TRENTACINQUESIMA TABELLA

Specchio della struttura del tegumento e del sistema nerveo.

XXXV A. — Specchio dell' evoluzione del tegumento.

Tegumento (Derma o integumentum)	**I. Epidermide** (Epidermis) Prodotto del foglietto cutaneo-sensorio	I A. Strato corneo dell'epidermide (Stratum corneum)	Peli Unghie Ghiandole sudoripare
		I B. Strato mucoso dell' epidermide (Stratum mucosum)	Ghiandole lacrimali Ghiandole sebacee Ghiandole mammarie
	II. Corio (Corium) Prodotto del foglietto fibro-cutaneo	II A. Strato fibroso del corio (Cutis)	Tessuto connettivo Tessuto adiposo Muscoli liscii
		II B. Strato adiposo del corio (Subcutis)	Vasi sanguigni Vasi linfatici del corio

XXXV B. — Specchio dell'evoluzione del sistema nerveo.

B a **Midollo centrale** o sistema nerveo centrale **Medulla centralis** Prodotto del foglietto cutaneo-sensorio (Esoderma)	**I. Cervello anteriore** (Prosencephalon)	Grandi emisferi	*Hemisphaerae cerebri*
		Lobi olfattivi	*Lobi olfactorii*
		Ventricoli laterali . . .	*Ventriculi laterales*
		Corpi striati	*Corpora striata*
		Corpo calloso	*Corpus callosum*
	II. Deutencephalon	Eminenze ottiche . . .	*Thalami optici*
		Terzo ventricolo. . . .	*Ventriculus tertius*
		Epifisi	*Conarium (Epiphysis)*
		Infundibolo	*Infundibulum*
	III. Mesencephalon	Quadrigemino	*Corpus bigeminum*
		Acquedotto di Silvio .	*Aquaeductus Sylvii*
		Peduncoli del cervello.	*Pedunculi cerebri*
	IV. Metencephalon	Emisferi del cervelletto	*Hemisphaerae cerebelli*
		Verme del cervelletto .	*Vermis cerebelli*
		Ponte di Varolio. . . .	*Pons Varolii*
	V. Epencephalon	Piramidi	*Corpora pyramidalia*
		Olive	*Corpora olivalia*
		Corpi restiformi	*Corpora restiformia*
		Quarto ventricolo . . .	*Ventriculus quartus*
	VI. Midollo spinale	. *Notomyelon*	*Medulla spinalis*
B b **Meningi** (Meninges) Prodotti del mesoderma	Membrane avvolgenti coi vasi sanguigni del midollo centrale	1. Pia madre	*Pia mater*
		2. Aracnoide	*Arachnoidea*
		3. Dura madre	*Dura mater*
		(Prodotti del foglietto fibro-cutaneo)	
B c) Midollo conduttore o sistema nerveo periferico Prodotto dell'esoderma		1. Nervi cerebrali . . .	*Nervi cerebrales*
		2. Nervi rachidei . . .	*Nervi spinales*
		3. Nervi splancnici . .	*Nervi sympathici*

TRENTASEESIMA TABELLA

Specchio dei più importanti periodi filogenetici dell' integumento umano.

Primo periodo: PELLE DI GASTREA

L'intero tegumento (compreso il sistema nerveo, che non se ne è ancora differenziato) risulta da un unico semplice strato di cellule vibratili (*esoderma* o *foglietto cutaneo primario*), com'è anche oggidì nella gastrula dell'*Amphioxus*.

Secondo periodo: PELLE DI PLATODE

Il tegumento risulta di due diversi strati o foglietti germinativi secondarii, *foglietto cutaneo-sensorio* (abbozzo della lamina cornea e del sistema nerveo), *foglietto fibro-cutaneo* (abbozzo del corio). (La pelle potenzialmente è in pari tempo tegumento ed anima).

Terzo periodo: PELLE DI ELMINTO

Il foglietto cutaneo-sensorio si è differenziato nella *lamina cornea* (*epidermis*) e nel *midollo centrale* che se ne è staccato (ganglio faringeo superiore); quest'ultimo si prolunga in un tubo midollare. Il foglietto fibro-cutaneo si è differenziato in una *lamina dermica* (*corium*) e nel sottostante « tubo dei muscoli cutanei » come in tutti i vermi.

Quarto periodo: PELLE DI ACRANIO

La lamina cornea forma ancora un unico strato cellulare, una semplice epidermide. Il corio è ancora una sottile lamina cutanea (foglietto parietale delle tasche celomiche) ma poco per volta si separa interamente dalla lamina muscolare e dalla lamina scheletrica.

Quinto periodo: PELLE DI CICLOSTOMO

L'epidermide forma uno strato cellulare multiplo, molle, mucoso, con cellule di senso e ghiandole unicellulari (cellule caliciformi). Il corio si differenzia in *cutis* e *subcutis*.

Sesto periodo: PELLE DI PESCE

L'epidermide rimane semplice. Il corio forma scaglie placoidi o piastrelle ossee (denti cutanei), dapprima come nei selaci, più tardi come nei ganoidi e dipneusti.

Settimo periodo: PELLE DI ANFIBIO

L'epidermide si differenzia in esterno strato corneo ed interno strato mucoso. Le punte delle dita si rivestono di astucci cornei (primo abbozzo degli artigli od unghie).

Ottavo periodo: PELLE DI RETTILE

La cornificazione dell'epidermide progredisce (scaglie cornee), mentre le scaglie ossee del corio regrediscono (*Hatteria*, teromori).

Nono periodo: PELLE DI MAMMIFERO

L'epidermide dà origine alle appendici caratteristiche dei soli mammiferi: peli, ghiandole sebacee, sudoripare e mammarie.

TRENTASETTESIMA TABELLA

Specchio dei più importanti periodi filogenetici del sistema nerveo umano.

Primo periodo: MIDOLLO DI GASTREADE

Il sistema nerveo non è ancora differenziato dal tegumento ed è rappresentato insieme con questo dal semplice strato cellulare dell'*esoderma* o *foglietto germinativo esterno;* com'è anche oggidì nella gastrula dell'*Amphioxus*.

Secondo periodo: MIDOLLO DI PROPLATODE

Il sistema nerveo si differenzia dal tegumento pel differenziarsi al disopra della faringe di una *piastra apicale* (*acroplatea*) dalla rimanente parte della lamina cornea (come nei gastrotrichi ed elminti infimi).

Terzo periodo: MIDOLLO DI ELMINTO

La piastra apicale si libera dal suo sito d'origine dell'esoderma, e penetra nella sottostante lamina coriaria, o strato superiore del mesoderma; qui, come *cervello apicale* (*acroganglion*) o cervello faringeo, essa forma un ganglio nerveo semplice o pari collocato sopra la faringe (ganglio *soprafaringeo*) come anche oggidì nei platodi ed elminti.

Quarto periodo: MIDOLLO DI ENTEROPNEUSTO

Il cervello apicale (*acroganglion*) si prolunga all'indietro sul lato dorsale del corpo bilaterale vermiforme e forma nella linea mediana una *lamina midollare* dorsale.

Quinto periodo: MIDOLLO DI PROCORDONIO

Pel fatto che i due margini laterali paralleli della lamina midollare dorsale si sollevano in forma di liste midollari, poi si curvano l'uno verso l'altro e si fondono insieme superiormente, si forma al disopra della corda un *tubo midollare* dorsale.

Sesto periodo: MIDOLLO DI ACRANIO

Il semplice tubo midollare si divide in due parti: un midollo cefalico ed un midollo dorsale. Il *midollo cefalico* appare come un semplice rigonfiamento piriforme (cervello primitivo o primo abbozzo del cervello) all'estremità anteriore del cilindrico *midollo dorsale* (spinale).

Settimo periodo: MIDOLLO DI CICLOSTOMO

Il semplice abbozzo vescicolare del cervello si scinde in cinque ampolle cerebrali successive di semplice struttura: I. Cervello anteriore, II. Cervello intermedio, III. Cervello medio, IV. Cervelletto, V. Midollo allungato.

Ottavo periodo: MIDOLLO DI PESCE PRIMITIVO

Le cinque ampolle cerebrali si differenziano durante il periodo siluriano in forma simile a quella che anche oggi è permanente nei selaci; più tardi essa passa alla forma del cervello di ganoide (crossopterigi).

(*Segue*) TRENTASETTESIMA TABELLA

Specchio dei più importanti periodi filogenetici del sistema nerveo umano.

Nono periodo: MIDOLLO DI ANFIBIO

Il differenziamento delle cinque ampolle cerebrali progredisce durante il periodo devoniano fino a quella struttura che mostrano i dipneusti e più tardi fino a quella che determina anche oggidì i caratteri del cervello di anfibio.

Decimo periodo: MIDOLLO DI RETTILE

La conformazione cerebrale degli anfibii (stegocefali) passa a quella dei rettili (rincocefali) e questa in quella dei teromori. Il primo passaggio avvenne probabilmente durante il periodo carbonifero, l'ultimo durante il permiano.

Undecimo periodo: MIDOLLO DI MAMMIFERO

Il cervello raggiunge durante l'epoca mesozoica le particolarità caratteristiche che distinguono il cervello dei mammiferi. Come stadii secondarii di evoluzione si possono qui distinguere: 1° il cervello di monotremo; 2° di marsupiale; 3° di proscimmia; 4° di scimmia; 5° di antropoide; 6° di pitecantropo; 7° di uomo.



VENTICINQUESIMA CONFERENZA

Storia dell'evoluzione dei nostri organi di senso.

« Una fisiologia sistematica poggia sopratutto sulla storia dello sviluppo, e quando questa non sia compiuta non potrà mai avanzare rapidamente, poichè essa dà al filosofo la materia per costrurre un saldo edifizio della vita organica. Si dovrebbe dunque in anatomia e fisiologia lavorare ora in quel senso ancor più di quel che non si faccia: cioè si dovrebbe sempre scrutare ogni organo, ogni materia ed ogni funzione chiedendo: in qual modo sonosi essi formati? »

EMIL HUSCHKE (1832).

Evoluzione meccanica degli organi di senso colle loro disposizioni adatte allo scopo. — Loro graduale differenziamento dal foglietto cutaneo. — I. Organi del senso di pressione, del senso termico e del senso sessuale. — II. Organi del gusto e dell'olfatto. III. Organi della vista e dell'udito.

Contenuto della venticinquesima Conferenza.

Origine degli organi di senso adattissimi allo scopo, senza scopo preconcetto, unicamente per scelta naturale. — I sei organi di senso e le sette funzioni di senso. — Origine primitiva di tutti gli organi di senso dall'interno integumento (dal foglietto cutaneo-sensorio). — Organi del senso della pressione, del senso termico, del senso sessuale e del senso del gusto. — Struttura dell'organo olfattivo. — Le fosse nasali cieche dei pesci. — I solchi nasali si cambiano in canali nasali. — Separazione della cavità nasale e della cavità boccale per mezzo della vôlta palatina. — Struttura dell'occhio. — Le vesciche oculari primarie (estroflessioni peduncolate del cervello intermedio). — Intraflessione di esse pel sacco della lente staccatosi dalla lamina cornea. — Invaginazione del corpo vitreo. — Capsula vascolare e capsula fibrosa del bulbo oculare. — Palpebre. — Struttura dell'orecchio. — Apparato della percezione dei suoni: labirinto e nervo uditivo. — Origine del labirinto dalla vescica uditiva primitiva (per separazione dalla lamina cornea). — Apparato per la condotta del suono: cavità timpanica, ossicini dell'orecchio e membrana timpanica. — Sua origine dalla prima fessura branchiale e dalle sue parti limitanti. — Orecchio esterno rudimentale. — I muscoli rudimentali del padiglione uditivo umano.

Bibliografia.

JOHANNES MÜLLER, *Handbuch der Physiologie des Menschen*, 1833 (4ª ediz., 1844), V libro: *Von den Sinnen.*

HERMANN HELMHOLTZ, *Physiologische Optik. Lehre von den Ton-Empfindungen*, 1862. Trad. francese, *Optique physiologique.*

ERNST HAECKEL, *Ursprung und Entwickelung der Sinneswerkzeuge* (*Kosmos*, III vol., pag. 20; e *Gesammelte populäre Vorträge*, II fasc.).

OSCAR HERTWIG e RICHARD HERTWIG, *Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen*, 1878.

GUSTAV SCHWALBE, *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane*, 1887.

JOHN LUBBOCK, *Sinne, Instincte und Intelligenz der Thiere*, 1889.

E. JOURDAN, *Die Sinne und Sinnesorgane der niederen Thiere*, 1891.

G. BORN, *Die Nasenhöhlen und der Thränen-Nasengang der Amphibien und Amnioten*, 1876-1883 (*Morphol. Jahrb.* vol. II, V, VIII).

A. KÖLLIKER, *Zur Entwickelung des Auges und Geruchsorgans menschlicher Embryonen*, 1883.

HEINRICH MÜLLER, *Gesammelte Scriften zur Anatomie und Physiologie des Auges*, 1872.

L. KESSLER, *Zur Entwickelung des Auges der Wirbelthiere*, 1877.

EMIL HUSCHKE, *Ueber die erste Bildungsgeschichte des Auges und Ohres beim bebrüteten Hühnchen*, 1831-1832.

CARL HASSE, *Anatomische Studien* (*grösstentheils über das Gehörorgan*), 1870-1873.

GUSTAV RETZIUS, *Das Gehörorgan der Wirbelthiere*, 1881-1884.

XXV.

Signori!

Fra le più importanti ed interessanti parti del corpo umano sono indubbiamente gli *organi di senso* (*sensilla*); quelle parti alle quali sole noi dobbiamo d'aver contezza del mondo esterno che ci circonda. « *Nihil est in intellectu quod non prius fuerit in sensu* ». Essi sono le fonti primitive della nostra vita psichica. In nessun'altra parte del corpo noi siamo in grado di constatare disposizioni anatomiche così minute e complicate che cooperino per un determinato *scopo* fisiologico; ed in niun'altra parte del corpo queste disposizioni così meravigliose e adatte sembrano costringerci più pressantemente ad ammettere un preconcetto *piano di creazione*. Perciò è sopratutto qui che seguendo il vecchio concetto teleologico si è soliti ad ammirare la cosidetta « Sapienza del Creatore » e la disposizione adatta allo scopo del suo « creato ». Per vero, dopo matura riflessione, voi troverete che in questo concetto il Creatore fa solo la parte di un ingegnoso meccanico o di un abile orologiaio, come del resto tutti quei soliti concetti teleologici sul Creatore e sulla sua creazione riposano in fondo su d'un puerile antropomorfismo.

Certamente noi dobbiamo concedere che a primo aspetto per la spiegazione di simili disposizioni estremamente adatte quell'interpretazione teleologica pare la più semplice e la più accettabile. Se si considerano solo la struttura e le funzioni del più elevato organo di senso, allora sembra che per spiegarne l'origine difficilmente rimanga altro partito che ammettere un atto sopranaturale di creazione. Tuttavia appunto qui la storia dello sviluppo ci mostra nel modo più chiaro che quel solito concetto è fondamentalmente falso. Guidati da essa noi ci convinciamo che come tutti gli altri organi, anche gli organi del senso più adattamente disposti e più meravigliosamente complessi, sono sôrti *senza scopo preconcetto*, sôrti per lo stesso processo meccanico di *scelta naturale*, per la stessa costante azione vicendevole dell'*adattamento* e dell'*eredità* per la quale nella « lotta per la vita » si sono lentamente e gradatamente svolte anche le altre disposizioni adatte dell'organizzazione animale.

Come il più degli altri vertebrati, anche l'uomo ha sei diversi organi di senso che servono a sette diverse percezioni di senso. L'esterno integumento serve alla sensazione della pressione (resistenza) ed alla sensazione della temperatura (caldo e freddo). Quest'è il più antico, più basso e più indifferente organo di senso; esso appare distribuito su tutta la superficie del corpo. Le altre funzioni di senso sono localizzate. Il senso sessuale è legato al tegumento degli organi sessuali esterni, come pure il senso del gusto alla mucosa della cavità boccale (lingua e palato) ed il senso dell'olfatto alla mucosa della cavità nasale. Per le due più elevate e differenziate funzioni di senso esistono speciali disposizioni meccaniche sommamente complicate, l'occhio pel senso della visione e l'orecchio pel senso dell' udito.

L'anatomia e la fisiologia comparate ci insegnano che negli animali inferiori mancano interamente organi differenziati di senso e che tutte le sensazioni hanno per intermediario l'esterna superficie dell'integumento. *L'indifferente foglietto cutaneo, od esoderma della gastrea, è il semplice strato cellulare da cui si sono primitivamente svolti i differenziati organi di senso di tutti i metazoi e perciò anche dei vertebrati.* Partendo dalla considerazione che necessariamente solo la parte più superficiale del corpo, quella che si trovava in immediato contatto col mondo esterno, poteva ricevere le sensazioni, noi dovremo *a priori* supporre che anche gli organi di senso abbiano appunto colà preso la loro origine. E infatti tale è il caso. La parte più importante di tutti gli organi di senso nasce dal foglietto germinativo più esterno, dal *foglietto cutaneo-sensorio*, parte direttamente dalla lamina cornea, parte dal cervello, la parte anteriore del tubo midollare, dopo che esso si è liberato dalla lamina cornea. Se noi compariamo l'evoluzione individuale dei diversi organi di senso, noi vediamo che essi tutti appaiono dapprima nella più semplice forma immaginabile; solo poco alla volta si formano grado a grado i più meravigliosi perfezionamenti pei quali in ultimo gli organi dei sensi diventano le più maravigliose e complicate disposizioni dell'organismo. Ma in origine tutti gli organi dei sensi non sono altro che *parti del tegumento esterno nelle quali si espandono i nervi sensorii.* Questi stessi nervi erano in origine di natura uguale, indifferente. Solo poco alla volta, per divisione di lavoro delle differenti funzioni od « energie specifiche », si sono sviluppati i nervi sensorii differenziati. Nello stesso tempo le semplici espansioni terminali di essi nel tegumento si sono elevate ad organi estremamente complessi.

Quale straordinaria portata abbiano questi fatti storici pel retto intendimento della vita psichica lo vedrete facilmente. L'intera *filosofia* dell'avvenire prenderà un altro aspetto subito che la psicologia si sarà resa famigliare con questi fenomeni genetici e li avrà elevati a base delle sue speculazioni. Se si esaminano senza preconcetti i trattati di *psicologia* che sono scritti dai più celebri filosofi speculativi e che ancor oggidì hanno generalmente corso si deve essere stupefatti della ingenuità colla quale i loro autori presentano le loro vane speculazioni metafisiche senza impacciarsi di tutti i più importanti fatti ontogenetici dai quali esse sono state confutate nel modo più evidente. E tuttavia qui la storia dell'evoluzione unita colla tanto progredita anatomia e fisiologia comparata degli organi di senso offre alla psicologia naturale l'unico fondamento sicuro!

Riguardo alle espansioni terminali dei nervi di senso noi possiamo dividere gli organi di senso dell'uomo in tre gruppi i quali corrispondono a tre diversi stadii di evoluzione. Il primo gruppo comprende quegli organi di senso i cui nervi si espandono semplicemente nella superficie libera del tegumento stesso (organi del senso di pressione, del senso termico e del senso sessuale). Nel secondo gruppo i nervi si espandono nella mucosa di cavità che originariamente sono infossamenti o introflessioni del tegumento (organi del senso del gusto e del senso dell'olfatto). Formano infine il terzo gruppo quegli evolutissimi organi di senso i cui nervi si espandono in una vescica interna staccatasi dall'integumento (organi del senso visivo e del senso uditivo). Queste naturali condizioni genetiche appaiono a colpo d'occhio dal quadro a pagina seguente.

Sullo sviluppo degli organi inferiori di senso c'è ben poco da dire. Quello dell'*integumento* che è l'organo del *senso di pressione* (tatto) e del *senso termico* lo conoscete già (pag. 455). Tutt'al più potrei aggiungere che nel corio dell'uomo, come di tutti i vertebrati superiori, si sviluppano innumerevoli organi microscopici di senso, dei quali però

TRE GRUPPI	ORGANI DI SENSO	NERVI DI SENSO	FUNZIONI DI SENSO
A. Organi di senso la cui espansione nervea terminale avviene nella superficie dell'integumento esterno.	I. Tegumento (Epidermide e corio) II. Parti sessuali esterne (Pene e clitoride)	I. Nervi della pelle (Nervi cutanei) II. Nervi sessuali (Nervi pudendi)	1. Senso della pressione 2. Senso termico 3. Senso sessuale
B. Organi di senso la cui espansione nervea terminale avviene in fosse introflesse dell'integum. esterno.	III. Mucosa della cavità boccale (Lingua e palato) IV. Mucosa della cavità nasale	III. Nervo del gusto (Nervus glossopharyngeus) IV. Nervo olfattivo (Nervus olfactorius)	4. Senso del gusto 5. Senso dell'olfatto
C. Organi di senso la cui espansione nervea terminale avviene in vesciche staccatesi dall'integ. esterno.	V. Occhio VI. Orecchio	V. Nervo ottico (Nervus opticus) VI. Nervo acustico (Nervus acusticus)	6. Senso della vista 7. Senso dell'udito

non si conosce ancora l'esatto rapporto colle sensazioni di pressione o di resistenza, di freddo e di caldo. Questi organi nei quali o sui quali terminano nervi cutanei sensitivi sono i cosidetti « corpuscoli tattili » ed i « corpuscoli a capocchia » (o corpuscoli di Vater-Pacini). Simili corpuscoli troviamo anche nei cosidetti « organi della voluttà » od organi del *senso sessuale*, nel pene del maschio e nella clitoride della femmina; continuazioni dell'involgio cutaneo di cui studieremo più tardi lo sviluppo (in connessione con quello dei rimanenti organi di senso) (conf. XXIX). L'evoluzione del *senso del gusto*, della lingua e del palato, sarà pure da noi considerata insieme con quella del canal digerente al quale queste parti appartengono (conf. XXVII). Ciò solo voglio qui espressamente rilevare, che cioè anche la mucosa della lingua e del palato, nella quale termina il nervo gustativo, è per la sua origine una parte dell'esterno integumento. Infatti, come già sapete, l'intera cavità boccale si origina non già come parte del vero canale intestinale ma come introflessione a mo' di fossa del tegumento esterno (pag. 231). Perciò la sua mucosa non viene formata dal foglietto intestinale ma dal foglietto cutaneo e le cellule gustative alla superficie della lingua e del palato non derivano dal foglietto glandulo-intestinale, ma dal *foglietto cutaneo-sensorio.*

Lo stesso vale per la mucosa dell'*organo dell'olfatto*, pel *naso*. Però l'evoluzione di quest'organo di senso ha molto maggior interesse. Sebbene il nostro naso osservato esteriormente appaia semplice ed impari, tuttavia esso nell'uomo come in tutti gli altri gnatostomi, risulta di due metà interamente separate, da una cavità nasale destra e da una sinistra. Le due cavità sono completamente divise l'una dall'altra per mezzo di un setto nasale verticale, cosicchè noi per la narice esterna destra possiamo pervenire solo nella cavità nasale destra e per la narice sinistra solo nella cavità sinistra. Posteriormente le due cavità nasali sboccano separatamente per le due aperture nasali posteriori, per le così dette « coane » nella faringe, cosicchè pei condotti nasali si può giungere direttamente nella faringe senza toccare la cavità boccale. Questa è la via consueta dell'aria che si respira, la quale a bocca chiusa passa pei condotti nasali nella faringe, e di là per la trachea nei polmoni. Dalla cavità

boccale le due cavità nasali sono separate per mezzo di una vôlta palatina ossea orizzontale alla quale si rattacca posteriormente (come un sipario pendente) il molle velo palatino coll'ugola. Nella parte superiore e posteriore delle due cavità nasali si espande sulla mucosa che le riveste a mo' di tappeto, il *nervo olfattivo* (*nervus olfactorius*), il primo paio di nervi cerebrali. I suoi rami si espandono parte sul setto, parte sulle pareti laterali interne delle cavità nasali alle quali sono adattate le cosidette « conche nasali », complicate formazioni ossee. Queste conche olfattive in molti mammiferi superiori sono molto più sviluppate che nell'uomo. In tutti i mammiferi vi sono ai due lati tre conche. La sensazione olfattiva avviene pel fatto che la corrente aerea che contiene materie odoranti scorre sulla mucosa delle cavità e colà irrita le cellule olfattive delle terminazioni nervee.

Le particolarità caratteristiche per le quali l'organo olfattivo dei mammiferi si distingue da quello dei vertebrati inferiori le possiede anche l'uomo. Sotto tutti i rapporti essenziali, il nostro naso umano è interamente uguale a quello delle *scimmie catarrine* delle quali alcune si distinguono persino per un naso esterno affatto umano; cfr. la faccia del nasico (fig. 283). Il primo abbozzo dell'organo olfattivo nell'embrione umano non lascia tuttavia in verun modo prevedere il futuro nobile aspetto del nostro naso di catarrino. Piuttosto esso appare in quella forma nella quale permane tutta la vita l'organo olfattivo dei *pesci*, cioè in forma d'un paio di semplici fossette cutanee alla superficie esterna del capo. In tutti i pesci noi troviamo superiormente sul capo due di queste semplici fosse olfattive a fondo cieco; ora esse giacciono più al disopra, nelle vicinanze degli occhi, ora più anteriormente presso alla punta del muso, ora più al disotto in vicinanza della fessura boccale (fig. 253). Esse sono tappezzate da una mucosa pieghettata sulla quale si espandono i nervi terminali del nervo olfattorio.

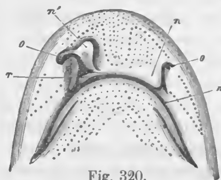


Fig. 320.
Capo di un pescecane (*Scyllium*) dal lato ventrale.

m) Fessura boccale; *o*) Fosse olfattive; *r*) Doccia nasale; *n*) Valvola nasale in porzione naturale; *n'*) Valvola nasale rivoltata. (I punti sono sbocchi dei canali mucosi). Da Gegenbaur.

Quest'inizio primitivo del naso pari è in tutti i gnatostomi od anfirrini lo stesso; esso non ha legame di sorta colla primitiva cavità boccale. Ma già in parte dei selaci comincia più tardi a stabilirsi un simile collegamento pel formarsi di un solco cutaneo superficiale che va da ambo i lati dalla fossa nasale al vicino angolo boccale. Questo solco, il *solco nasale* o *doccia nasale* (fig. 320, *r*) ha grande importanza. In molti selaci, per es., nel *Scyllium*, uno speciale prolungamento della cute frontale, la valvola nasale o « processo nasale interno » si distende dall'indentro sopra il solco nasale (*n*, *n'*). Di fronte a questo il margine esterno del solco si solleva come « processo nasale esterno ». Nei dipneusti ed anfibii questi due processi nasali incontrandosi e saldandosi al disopra del solco nasale, quest'ultimo si cambia in un canale, il « canale nasale ». Oramai noi possiamo dalle fosse nasali esterne pei canali nasali giungere direttamente nella cavità boccale che si era formata affatto indipendentemente dalle prime. Nei dipneusti ed anfibii inferiori l'interna apertura dei canali nasali giace molto all'avanti (dietro alle labbra), negli anfibii superiori più indietro. Finalmente nelle tre classi superiori di vertebrati, negli amnioti, la cavità boccale primaria pel formarsi della vôlta palatina orizzontale si scinde in due cavità interamente distinte, nella superiore (secondaria), cavità nasale, e nell'inferiore (secondaria), cavità boccale. A sua

volta la cavità nasale pel formarsi del setto nasale verticale si scinde in due metà separate, in una cavità nasale destra ed una sinistra.

Per tal modo l'anatomia comparata ci mostra ancora l'un presso l'altro oggidì nella serie dei vertebrati anfirrini, dai pesci su fino all'uomo, tutti i diversi gradi evolutivi del naso che lo sviluppatissimo apparato olfattivo dei mammiferi superiori dovette percorrere in diversi periodi nel corso della sua filogenesi. La stessa semplicissima forma nella quale si arresta tutta la vita il naso pari dei pesci è quella

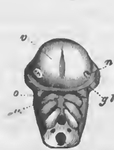


Fig. 321.

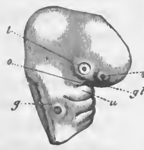


Fig. 322.

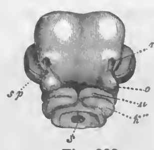


Fig. 323.

Capo di un embrione di pollo (figg. 321 e 322 dal terzo giorno d'incubazione; fig. 323 dal quarto giorno).

Fig. 321 dal davanti; fig. 322 dal lato destro. *n*) Abbozzo del naso (fossetta olfattiva); *l*) Abbozzo dell'occhio (fossetta visiva); *g*) Abbozzo dell'orecchio (fossetta uditiva); *v*) Cervello anteriore; *gl*) Fessura oculare; *o*) apofisi sopra-mascellare; *u*) apofisi infra-mascellare del primo arco branchiale.

Fig. 323 dal disotto. *n*) Fossa nasale; *o*) Apofisi sopra-mascellare del primo arco branchiale; *u*) Apofisi infra-mascellare dello stesso; *k''*) Secondo arco branchiale; *sp*) Fessura coroidale dell'occhio; *s*) Faringe.

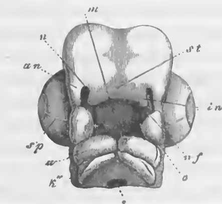


Fig. 324.

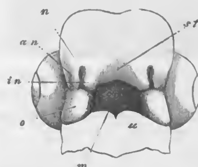


Fig. 325.

Due capi di embrioni di pollo (fig. 324 dal fine del quarto giorno d'incubazione; fig. 325 dal principio del quinto).

Lettere come nella fig. 323, inoltre *in*) Processo nasale interno; *an*) Processo nasale esterno; *nf*) Gronda nasale; *st*) Processo frontale; *m*) Cavità boccale. Da Kölliker. Le figg. 321-325 sono disegnate collo stesso ingrandimento.

nella quale viene dapprima abbozzato l'organo olfattivo nell'embrione dell'uomo e di tutti i vertebrati superiori (cfr. tavole I, VI-IX, XX). Si forma cioè molto per tempo, ancor prima che si possa scorgere traccia della caratteristica conformazione facciale dell'uomo, alla parte anteriore del capo sopra alla cavità boccale primitiva un paio di piccole fossette che il Baer primo scoperse e rettamente chiamò « *fosse olfattive* » (fig. 321, *n* e 322, *n*). Queste fossette nasali primitive sono affatto separate dalla cavità boccale primitiva, o seno boccale, che nasce parimente quale infossamento dell'esterno integumento davanti all'estremità anteriore a fondo cieco del canale intestinale. Tanto le fossette nasali pari quanto l'impari fossa boccale (fig. 325, *m*) sono rivestite dalla *lamina cornea.* Presto però l'originaria separazione della prima da

quest'ultima viene tolta formandosi dapprima al disopra della fossa boccale un processo, il *processo frontale* (fig. 324, *st*) (processo nasale della parete frontale secondo Rathke). A destra ed a sinistra il margine di esso sporge in forma di due processi laterali: questi sono i *processi nasali interni* o valvole nasali (*in*). Dirimpetto ad essi si eleva ai due lati una barriera parallela fra l'occhio e la fossetta nasale. Questi sono i *processi nasali esterni* o « *tetti nasali* » (*a n*) di Rathke. Fra il processo nasale interno e quello esterno si forma così dai due lati una infossatura a mo' di gronda, che dalle fossette nasali conduce verso la fossa boccale (*m*), e questo solco è, come potete indovinare, lo stesso solco nasale, o gronda nasale, che noi abbiamo già precedentemente osservato nel pescecane (fig. 320, *r*). Pel fatto che i due margini paralleli dei processi nasali interno ed esterno si incurvano l'un verso l'altro e si saldano insieme al disopra della gronda nasale, quest'ultima si trasforma in un canaletto, il « canale nasale » primitivo. Il naso dell'uomo e di tutti gli altri amnioti risulta dunque in questo stadio ontogenetico da un paio di stretti canaletti, i « canali nasali », che dalla superficie esterna del tegumento frontale conducono nella semplice cavità boccale primitiva. Questo stadio transitorio è simile a quello al quale il naso dei *dipneusti* ed *anfibii* si arresta per tutta la vita.

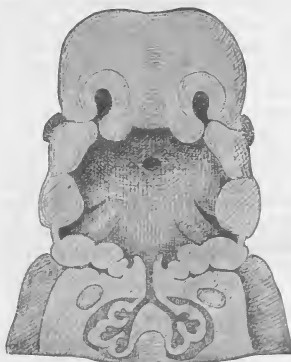


Fig. 326. — Sezione frontale attraverso la cavità della bocca e delle fauci di un embrione umano di 11,5 mm. di lunghezza nucale. « Trovata » da Guglielmo His.

La sezione verticale (passante pel piano frontale da destra a sinistra) è così costrutta che nel terzo superiore della figura si vedono le fosse nasali e lateralmente gli occhi; nel terzo mediano la primitiva cavità faringea colle fessure branchiali (archi branchiali in sezione trasversa): nel terzo inferiore la cavità toracica colla trachea e gli abbozzi ramificati dei bronchi.

Essenziale importanza per la trasformazione dell'aperta gronda nasale nel canale nasale chiuso ha una struttura in forma di zaffo che dal disotto cresce contro alle estremità inferiori dei due processi nasali da ambo i lati, e con essi si riunisce. È questa l'apofisi sopramascellare (figg. 321-325, *o*). Giacciono cioè sotto alla fossa boccale gli *archi branchiali*, a noi già noti, i quali sono separati l'uno dall'altro per mezzo delle *fessure branchiali* (tavole I, VI-IX, XX, *k*). Il primo di questi archi branchiali, che per noi è il più importante e che chiameremo l'arco mascellare, dà origine all'impalcatura mascellare della bocca. Sopra, alla base, nasce dapprima da questo arco branchiale un piccolo processo che sporge all'avanti; questo è appunto l'apofisi sopramascellare. Il primo arco branchiale dà origine esso stesso, al suo lato interno, ad una cartilagine la quale, dal nome del suo scopritore, è detta « cartilagine di Meckel », sulla cui superficie esterna si forma la mascella inferiore (figg. 321-325, *u*). L'apofisi sopramascellare superiore forma la parte più importante di tutta l'impalcatura del mascellare superiore: l'osso palatino e il pterigoideo. Al suo lato esterno si forma più tardi l'osso mascellare superiore in stretto senso, mentre la parte mediana dell'impalcatura mascellare superiore, l'intermascellare, nasce dall'estremità anteriore del processo frontale (cfr. l'evoluzione della faccia nelle tavole I, VI-IX, XX).

Per l'ulteriore sviluppo caratteristico della faccia delle tre classi più elevate di vertebrati, le due apofisi sopramascellari hanno massima importanza. Infatti partendo da esse si avanza nella cavità boccale primitiva quell'importante tramezzo orizzontale, la *vôlta palatina*, pel quale la prima viene divisa in due cavità affatto separate. La cavità superiore, nella quale sboccano i due canali nasali, si trasforma omai in cavità nasale, in *via aerea* respiratoria e ad *organo olfattivo*. Per contro la cavità *inferiore* forma da sè sola la permanente cavità boccale secondaria (fig. 327, *m*), la nutritoria *via degli alimenti* e l'*organo del gusto*. All'indietro, tanto la superiore cavità olfattiva, quanto l'inferiore cavità gustativa, sboccano nella faringe (*pharynx*). La *vôlta palatina*, che separa le due cavità, nasce dunque per saldamento da due metà laterali diverse, dalle lamine orizzontali delle due apofisi sopramascellari o dalle «lamine palatali» (*p*). Quando esse, come talora accade, non arrivano a saldarsi interamente nel mezzo, rimane come fessura longitudinale per la quale dalla cavità boccale si può pervenire direttamente nella cavità nasale. Questa è la cosidetta « gola di lupo »; i cosidetti « labbro leporino » e « labbro fesso » sono un grado minore di tale arresto di sviluppo (116).

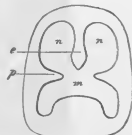


Fig. 327. — Sezione trasversa schematica della cavità naso-boccale.

Mentre le lamine palatine (*p*) dividono la primitiva cavità boccale in una cavità boccale inferiore secondaria (*m*) e in una secondaria cavità superiore nasale, quest'ultima si divide per opera del setto nasale verticale (*e*) in due metà separate (*n*, *n*). Da Gegenbaur.

Contemporaneamente al tramezzo orizzontale della vôlta palatina si sviluppa un tramezzo verticale pel quale la semplice cavità nasale si scinde in due porzioni: in una metà destra ed una sinistra (fig. 327, *n*, *n*). Il setto nasale verticale (*e*) viene formato dal foglio mediano del processo frontale: disopra ne nasce per ossificazione la lamella verticale dell'etmoide, inferiormente il grande setto osseo verticale, il vomere (*vomer*) ed anteriormente l'intermascellare (*os intermaxillare*). Che quest'ultimo nell'uomo appunto come nei rimanenti cranioti si formi come osso indipendente fra le due metà del mascellare superiore fu già dimostrato dal Goethe. Il setto nasale verticale si salda in ultimo coll'orizzontale vôlta palatina. Oramai le due cavità nasali sono così completamente separate l'una dall'altra come dalla cavità boccale secondaria. Solo posteriormente tutte e tre le cavità sboccano nella faringe (*pharynx*) o cavità delle fauci.

Così il naso pari ha raggiunto ora quello sviluppo caratteristico che l'uomo condivide con tutti i rimanenti *mammiferi*. L'ulteriore evoluzione è ora facilissima da comprendere: essa si limita al formarsi di prolungamenti interni ed esterni delle pareti delle due cavità nasali. Internamente alle cavità si sviluppano le conche, pezzi ossei spugnosi sui quali si espande la mucosa olfattiva. Dal cervello anteriore parte il primo nervo cerebrale, il nervo olfattivo, discendendo colle sue fine diramazioni attraverso il setto delle due cavità nasali e penetrando in queste per espandersi sulla mucosa olfattiva. Nello stesso tempo si sviluppano per l'insenarsi della mucosa nasale le cavità accessorie del naso, più tardi ripiene d'aria, le quali stanno in aperta comunicazione colle due cavità nasali (seni frontali, seni sfenoidali, seni mascellari, ecc.). Essi non si presentano in questo particolare sviluppo che nei mammiferi (171).

Solo dopochè tutte queste parti interne essenziali dell'organo olfattivo sono abbozzate, si forma molto più tardi il *naso esterno*. Le sue prime traccie si mostrano nell'embrione umano verso la metà del secondo mese (figg. 328-330). Come vi potete convincere, osservando qualsiasi embrione umano del primo mese, al principio di

naso esterno non vi è ancora alcuna traccia. Solo più tardi esso si avanza dall'indietro verso l'avanti dalla regione nasale anteriore del cranio primitivo. Solo molto tardi si svolge quella forma di naso che dovrebbe essere caratteristica dell'uomo. Si usa dare speciale importanza alla forma del naso esterno, considerandolo come un organo nobile esclusivamente proprio dell'uomo. Ma vi sono anche scimmie che hanno nasi



Fig. 328.



Fig. 329.

Parte superiore del corpo di un embrione umano, lungo 16 mm., dalla sesta settimana.

Fig. 328 dal lato sinistro; fig. 329 dal davanti. La formazione del naso e del labbro superiore da due metà laterali primitivamente separate si vede ancora chiaramente. Naso e labbro superiore sono sproporzionatamente grandi in paragone col resto della faccia e specialmente col labbro inferiore. Da Kollmann.

perfettamente umani, come sopratutto il già citato nasico. D'altra parte il naso esterno la cui forma nobilitata è così estremamente importante per la bellezza del viso in molte razze umane inferiori raggiunge, come è noto, una forma che è tutt'altro che bella. Anche nel più delle scimmie la conformazione del naso esterno rimane arretrata. È sopratutto degno di nota l'importante fatto già citato che solo nelle scimmie del mondo antico, nelle *catarrine*, il setto nasale rimane così stretto come nell'uomo, mentre nelle scimmie del nuovo mondo il setto nasale in basso si allarga notevolmente, e così spinge le narici verso l'esterno (platirrine, pag. 438). La muscolatura del naso esterno si sviluppa straordinariamente in quei mammiferi nei quali esso si trasforma in un potente organo di tatto, nella tromba (porco, talpa, elefante, ecc.).



Fig. 330. — Faccia di un embrione umano di otto settimane. Da Ecker (cfr. le tavole I e XX).

Non meno rimarchevole ed istruttiva dell'evoluzione del naso è quella dell'*occhio*. Infatti sebbene questo nobilissimo organo di senso per le sue perfette disposizioni ottiche e per la sua meravigliosa composizione sia uno degli organi più complicati ed adatti, esso tuttavia si sviluppa senza alcuno scopo preconcetto da un semplice abbozzo del foglietto germinativo esterno. L'occhio dell'uomo allo stato sviluppato forma una capsula sferica, il *bulbo oculare* (*bulbus*, fig. 331). Questo giace avvolto da grasso protettore e da muscoli motori nella cavità orbitale ossea del cranio. La massima parte del bulbo oculare è occupata da una limpida massa gelatinosa semifluida, o *corpo vitreo* (*corpus vitreum*). Nella parte anteriore del corpo vitreo è incastrata

TRENTOTTESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi del naso umano.

Primo periodo: NASO ANTICO DI SELACE

Questo naso è formato da un paio di fosse cutanee (fosse nasali) alla superficie del capo (come è permanente anche oggidì nei selaci inferiori).

Secondo periodo: NASO RECENTE DI SELACE

Le due fosse nasali cieche vengono da ambo i lati per mezzo di un solco (gronda nasale) a connettersi coll'angolo boccale (come anche oggidì avviene permanentemente nei selaci superiori).

Terzo periodo: NASO DI DIPNEUSTO

Le due gronde nasali si trasformano per saldamento dei loro margini nei *canali nasali* primarii che sboccano al tutto anteriormente nella primaria cavità boccale (permanente nei dipneusti).

Quarto periodo: NASO DI ANFIBIO

Gli sbocchi interni dei canali nasali si spingono più indietro nella primaria cavità boccale cosicchè essi restano circondati da salde parti scheletriche delle mascelle (permanente negli anfibii superiori).

Quinto periodo: NASO ANTICO DI RETTILE

La cavità boccale primitiva in cui sboccano i due canali nasali si scinde per lo svilupparsi di un setto *orizzontale* (vôlta palatina) in una *cavità nasale* superiore ed in una *cavità boccale* (secondaria) inferiore (nei più antichi amnioti, prorettili).

Sesto periodo: NASO RECENTE DI RETTILE

La semplice cavità nasale si scinde per lo svilupparsi di un setto verticale (vomere) in due cavità nasali distinte, ognuna delle quali riceve il canale nasale del suo lato (come nel più degli amnioti). Le conche si differenziano.

Settimo periodo: NASO ANTICO DI MAMMIFERO

Le cavità nasali si estendono grandemente all'indietro ed in basso mentre il loro tetto superiore, l'etmoide, forma delle insenature reticolate e rilievi olfattorii: labirinto etmoidale.

Ottavo periodo: NASO RECENTE DI MAMMIFERO

Nelle due cavità nasali si sviluppano più oltre i rilievi olfattorii nel labirinto etmoidale (conca media e superiore), e comincia a formarsi un naso esterno.

Nono periodo: NASO DI ESPEROPITECO (PLATIRRINO)

La funzione dell'olfatto perde di importanza e perciò sottentra un *regresso parziale dei rilievi olfattorii* (già nelle forme-stipiti dei primati). Il setto nasale rimane largo.

Decimo periodo: NASO DI EOPITECO (CATARRINO)

Il setto nasale diviene stretto e lungo; le narici vanno in basso. Il naso interno ed esterno raggiungono lo sviluppo che è caratteristico delle scimmie catarrine e dell'uomo.

la lente o cristallino (fig. 331, *l*). È un corpo lenticolare, biconvesso, trasparente, il più importante dei mezzi rifrangenti dell'occhio. A questi appartiene, oltre al cristallino ed al corpo vitreo, anche l'umore oculare od umor acqueo, che si trova davanti al cristallino (*humor aqueus;* là dove nella fig. 331 sta la lettera *m*). Questi tre limpidi mezzi rifrangenti, corpo vitreo, cristallino ed umor acqueo, pei quali i raggi luminosi penetranti nell'occhio vengono refratti e condensati, sono accolti da una salda capsula sferica che è composta di parecchie membrane molto diverse, paragonabili alle pellicole concentriche di una cipolla. Il più esterno ed in pari tempo il più spesso di questi invogli è formato dalla membrana protettrice bianca o *sclerotica* dell'occhio (*a*). Essa risulta di tessuto connettivo bianco, saldo e coriaceo. Anteriormente, davanti al cristallino, nella sclerotica bianca è incastrata come un vetro da orologio una lamina trasparente, fortemente convessa: la *cornea* (*cornea*, *b*). Alla superficie esterna la cornea è coperta da un sottilissimo rivestimento della esterna epidermide (*epidermis*); questo rivestimento si chiama la congiuntiva (*conjunctiva*); esso va dalla cornea alla superficie interna delle due palpebre delle piegature cutanee superiore ed inferiore che chiudendo gli occhi si estendono su di essi. All'angolo interno del nostro occhio si trova ancora come organo rudimentale il resto di una terza palpebra (interna) che, come « membrana nittitante » è molto sviluppata nei vertebrati inferiori (pag. 72). Nascoste sotto la palpebra superiore giacciono le ghiandole lacrimali, il cui prodotto, il liquido lacrimale, mantiene tersa e pulita l'esterna superficie dell'occhio.

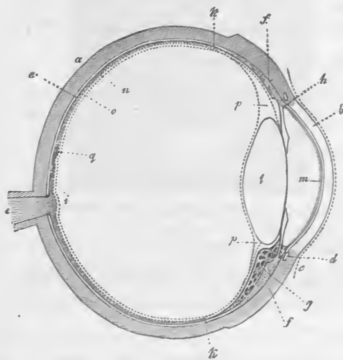


Fig. 331.
L'occhio umano in sezione trasversa.

a) Sclerotica (*Sclerotica*); *b*) Cornea (*Cornea*); *c*) Congiuntiva (*Conjunctiva*); *d*) Vena anulare dell'iride; *e*) Coroide (*Chorioidea*); *f*) Muscolo ciliare; *g*) Corona plicata (*Corona ciliaris*); *h*) Iride (*Iris*); *i*) Nervo ottico (*Nervus opticus*); *k*) Margine limitante anteriore della retina; *l*) Cristallino (*Lens crystallina*); *m*) Rivestimento interno della cornea (membrana del Descemet, *membrana Descemeti*); *n*) Strato pigmentario (*Pigmentosa*); *o*) Retina (*Retina*); *p*) Canale di Petit; *q*) Macchia gialla della retina. Da Helmholtz.

Immediatamente sotto alla sclerotica noi troviamo una membrana delicata, rosso-scura, molto ricca di vasi sanguigni; la *coroide* (*chorioidea*, *e*) ed internamente a questa la *retina* (*retina*, *o*) espansione del *nervo ottico* (*i*). Quest'ultimo è il secondo nervo cerebrale. Esso parte dalle eminenze ottiche (della seconda ampolla cerebrale) e va all'occhio trapassando i suoi invogli esterni ed espandendosi poi, come retina, tra la coroide ed il corpo vitreo. Fra la retina e la coroide giace poi ancora una speciale membrana sottilissima che per solito (ma a torto) viene annoverata a quest'ultima. Questa è la membrana pigmentata nera o strato pigmentario (*pigmentosa*, *lamina pigmenti*, *n*) o tappeto nero (*tapetum nigrum*). Essa risulta da un unico strato di eleganti cellule esagonali regolarmente connesse che sono riempite di granuli di pigmento nero. Questa pigmentosa riveste non solo la superficie interna della coroide propriamente detta, ma anche la faccia posteriore del suo muscoloso

prolungamento anteriore che come membrana tonda annulare copre anteriormente il margine della retina e trattiene i raggi luminosi che vi cadono lateralmente. Questa è la nota *iride* (*iris*, *h*) dell'occhio che nei varii uomini è diversamente colorata (azzurra, grigio-bruna, ecc.); essa forma la limitazione anteriore della coroide. Il foro circolare che qui rimane in essa è il foro visivo, la *pupilla*, per la quale i raggi luminosi cadono nell'interno dell'occhio. Là dove l'iride parte dal margine anteriore della coroide vera, quest'ultima è fortemente inspessita e forma un'elegante corona pieghettata (*g*) che circonda il margine del cristallino con 70 raggi maggiori e parecchi minori (*corona ciliaris*).

Già molto per tempo nell'embrione dell'uomo, come di tutti gli altri cranioti, crescono fuori lateralmente dalla parte anteriore della prima ampolla cerebrale un paio di vesciche piriformi (figg. 307, *a*; 311, *a*, pag. 466). Queste estroflessioni vescicolari, sono le *vesciche oculari primarie*. Al principio esse sono dirette all'esterno ed all'avanti, presto però si portano più in basso cosicchè esse, dopo avvenuta la completa divisione delle cinque ampolle cerebrali, giacciono inferiormente, alla base del *cervello intermedio*. Le interne cavità delle due vesciche piriformi, che raggiungono presto una mole molto considerevole, stanno pei loro cavi peduncoli in aperta comunicazione colla cavità del cervello intermedio. L'esterno rivestimento di esse è formato dallo esterno *integumento* (lamina cornea e coriaria). Là dove quest'ultima viene da ambo i lati in immediato contatto colla parte più fortemente convessa delle vesciche oculari primarie si sviluppa un inspessimento (*l*) e contemporaneamente un affondamento a modo di fossa (*o*) nella lamina cornea (fig. 332, 1). La fossa, che noi chiameremo fossa del cristallino, si trasforma in un sacchetto chiuso a pareti spesse, la vescicola del cristallino (2, *l*) pel fatto che i margini inspessiti della fossa si saldano insieme al disopra di essa. Nello stesso modo pel quale originariamente il tubo midollare si stacca dal foglietto germinativo esterno noi vediamo ora anche questo sacco del cristallino staccarsi interamente dalla lamina cornea (*h*) suo luogo d'origine. La cavità del sacco viene più tardi riempita dalle cellule della sua spessa parete, e così nasce il massiccio *cristallino*. Questo è dunque una struttura puramente epidermica. Contemporaneamente al cristallino stesso si stacca dall'integumento esterno il piccolo pezzo sottostante della lamina coriaria. Questo piccolo pezzettino di corio circonda allora la lente, come piccolo sacchetto ricco di vasi (*capsula vasculosa lentis*). La sua parte anteriore quale *membrana pupilllare* (*membrana pupillaris*) include dapprima la pupilla. La sua parte posteriore si chiama « *membrana capsulo-pupillaris* ». Più tardi questa « capsula vascolosa della lente », che serve solo alla nutrizione del crescente cristallino, scompare interamente. La futura capsula definitiva del cristallino non contiene alcun vaso ed è una secrezione amorfa delle cellule del cristallino.



Fig. 332. — Occhio dell'embrione di pollo in sezioni longitudinali (1. Di un embrione incubato da 65 ore; 2. Di un embrione un po' più vecchio; 3. Di un embrione di quattro giorni). Da Remak.

h) Lamina cornea); *o*) Fossa del cristallino; *l*) Cristallino (in 1 ancora parte dell'integumento, in 2 e 3 separatosi da esso); *x*) Inspessimento della lamina cornea là dove si è staccato il cristallino; *gl*) Corpo vitreo; *r*) Retina; *u*) Pigmentosa (tappeto nero).

Mentre il cristallino si separa in tal guisa dalla lamina cornea e si spinge nell'interno, esso deve necessariamente introflettere dall'esterno l'adiacente vescica oculare

primaria (fig. 332, 1-3). Quest'introflessione segue affatto nello stesso modo come la gastrulazione, come l'invaginazione della *blastula* per la quale nell'*Amphioxus* formasi la *gastrula* (fig. 211, C-F, pag. 397). Tanto qui come colà l'invaginazione della vescica chiusa va tant'oltre che in ultimo la parte interna invaginata tocca la parte esterna non invaginata della parete della vescica, cosicchè la cavità di questa scompare. Come nella gastrula la prima parte si trasforma in foglietto intestinale (entoderma) e l'altra in foglietto cutaneo (esoderma), così nell'invaginata vescica oculare primaria dalla prima parte (dall'interna) nasce la *retina* (*r*), dalla seconda (dall'esterna, non invaginata) la nera pigmentosa (*u*). Il peduncolo cavo della vescica oculare primaria si trasforma nel *nervo ottico*.

Il cristallino (*l*) che prende parte così essenziale a questo processo d'invaginazione della vescica oculare primaria giace dapprima immediatamente contro alla parte invaginata di essa, cioè alla retina (*r*). Molto presto però queste due parti s'allontanano l'una dall'altra, poichè fra di esse si insinua une nuova struttura, il *corpo vitreo* (*gl*). Mentre cioè avviene lo staccamento del sacco del cristallino, e per opera di questo l'invaginazione della vescica oculare primaria *dall'esterno*, si forma in pari tempo *dal disotto* un'altra invaginazione la quale piglia le mosse dal foglietto fibro-cutaneo e precisamente dalla sua parte più superficiale, cioè dalla *lamina coriaria* del capo. Dietro e sotto il cristallino sorge un rilievo a mo' di lista della lamina cutanea (fig. 333, *g*) esso invagina dal disotto la vescica oculare primaria divenuta caliciforme e si spinge fra il cristallino (*l*) e la coroide (*i*). La vescica oculare primaria prende così la forma di una cuffia. L'apertura della cuffia che corrisponde alla faccia, viene riempita dal cristallino. Quell'apertura invece in cui si dovrebbe trovare il collo corrisponde alla invaginazione per la quale il corio cresce spingendosi fra il cristallino e la retina (parete interna della cuffia).

L'interna cavità della *vescica oculare secondaria* per tal modo prodottasi viene in massima parte riempita dal corpo vitreo, il quale corrisponde alla testa avvolta dalla cuffia. Propriamente la cuffia stessa è doppia: la cuffia interna è la coroide, l'esterna (che avvolge immediatamente quest'ultima) è la pigmentosa. Aiutandovi con quest'immagine della cuffia voi potete rendervi più chiaro quel processo d'invaginazione che è alquanto difficile da immaginare. Dapprima l'abbozzo del corpo vitreo è ancora molto insignificante (fig. 243, *g*) e la retina è ancora sproporzionatamente spessa (*i*). Ma coll'estendersi della prima quest'ultima diviene presto molto più sottile ed in ultimo la retina non appare più che come un sottilissimo invoglio del grosso e quasi sferico corpo vitreo, che riempie la massima parte della vescica oculare secondaria. Lo strato più esterno del cristallino si trasforma in una capsula riccamente vascolarizzata, i cui vasi più tardi scompaiono.

Il setto in forma di fessura attraverso al quale l'abbozzo foggiato a lista del cristallino si addentra dal disotto fra il cristallino e la retina deve naturalmente produrre un'interruzione della retina e della pigmentosa. Quest'interruzione che appare alla superficie interna della retina come una striscia priva di pigmento, è stata impropriamente chiamata *fessura coroidea*, sebbene qui la vera coroide non sia affatto fessa (fig. 323, *sp* e fig. 324, *sp*, pag. 481). Uno stretto prolungamento, a mo' di lista dell'abbozzo del cristallino, si continua verso l'interno sulla superficie inferiore del nervo ottico ed invagina anche questo dal disotto nella stessa guisa come la vescica oculare primaria. Per tal modo il cavo cilindrico nervo ottico (il peduncolo della vescica oculare primaria) si trasforma in un solco aperto verso il basso. La faccia inferiore invaginata si

applica contro la faccia superiore non invaginata del cavo peduncolo e così l'interna cavità che dapprima stabiliva un'aperta comunicazione fra le cavità del cervello intermedio e la vescica oculare primaria scompare. Allora i due margini del solco crescono l'uno verso l'altro, includono la lista della lamina dermica e si saldano insieme al disotto di essa. Così questa lista viene a giacere nell'asse del massiccio nervo ottico secondario; essa si cambia nel cordone connettivo che porta i vasi centrali della retina (*vasa centralia retinae*).

In ultimo si forma ora esternamente attorno alla vescica oculare secondaria ed al suo peduncolo (nervo ottico secondario) formatisi in tal modo un completo invoglio fibroso, la *capsula fibrosa* del bulbo ottico. Essa nasce da quella parte delle *lamine cefaliche* che racchiude direttamente la vescica oculare. Quest'invoglio fibroso prende la forma di una vescica interamente chiusa che circonda tutto il bulbo ottico e si addentra al suo lato dorsale fra il cristallino e la lamina cornea. Questa sferica parete capsulare si differenzia presto in seguito a delaminazione in due diverse membrane. La membrana interna diviene la coroide o strato vascolare, e anteriore diviene la corona ciliare e l'iride. Invece la membrana esterna si trasforma nella sclerotica bianca, anteriormente nella cornea. Così l'occhio è oramai abbozzato in tutte le sue parti essenziali. L'ulteriore evoluzione riguarda le minute particolarità, l'ulteriore complicarsi del differenziamento della composizione delle singole parti.

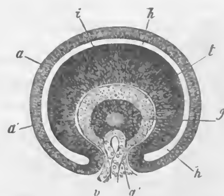


Fig. 333. — Sezione trasversa orizzontale dell'occhio d'un embrione umano di quattro settimane (ingrandito 100 volte). Da Kölliker.

t) Cristallino (la cui oscura parete è così spessa come il diametro della cavità centrale); *g*) Corpo vitreo (connesso per mezzo di un peduncolo (*g'*) colla lamina dermica); *v*) Ansa vascolare (penetrante per mezzo di un peduncolo (*g'*) nell'interno del corpo vitreo, dietro il cristallino); *i*) Retina (lamella interna, spessa, invaginata della primitiva vescica oculare); *a*) Pigmentosa (lamella esterna, sottile, non invaginata della medesima): *h*) Spazio fra la retina e la pigmentosa (resto della cavità della vescica oculare primaria).

Ciò che v'ha di più importante in questa notevole evoluzione dell'occhio è la circostanza che il nervo ottico, la retina e la pigmentosa crescono propriamente da una parte del cervello, da un'estroflessione del cervello intermedio, mentre dall'esterna epidermide si sviluppa il cristallino, il più importante corpo rifrangente. Dalla stessa epidermide, dalla lamina cornea, nasce anche la tenue congiuntiva che più tardi riveste l'esterna superficie del bulbo ottico. Dalla congiuntiva si producono come escrescenze ramificate le ghiandole lacrimali (fig. 298, pag. 456).

Tutte queste importanti parti dell'occhio sono prodotti del foglietto germinativo esterno. Per contro nascono dal foglietto medio (lamina cefalica) le parti rimanenti, cioè il corpo vitreo colla capsula vascolare del cristallino, la coroide (coll'iride) e la sclerotica (colla cornea).

Gli organi protettori esterni dell'occhio, le *palpebre*, non sono altro che semplici ripiegature della pelle che nell'embrione umano si sollevano nel terzo mese. Nel quarto mese la palpebra superiore si appiccica all'inferiore e d'allora in poi l'occhio rimane coperto da esse sino alla nascita (cfr. tavole VI, VII, VIII e IX). Per solito poco prima del parto (talora solo dopo di esso) le due palpebre si allontanano nuovamente l'una dall'altra. I cranioti nostri progenitori possedevano oltre a queste ancora una terza palpebra, la *membrana nittitante*, che partendo dall'angolo oculare interno veniva distesa sull'occhio. Molti pesci primitivi ed amnioti la possiedono

TRENTANOVESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi dell' occhio umano.

I. — Parti dell' occhio umano che si svolgono dall' *Esoderma* o foglietto germinativo esterno.			
A. Prodotti della lamina midollare	1. Peduncolo della vescica oculare primaria.	1. Nervo ottico	*Nervus opticus*
	2. Parte interna (invaginata) della vescica oculare primaria.	2. Retina	*Retina*
	3. Parte esterna (non invaginata) della vescica oculare primaria.	3. Strato pigmentario o tappeto colorato.	*Pigmentosa* (*Lamina pigmenti*) (*Tapetum nigrum*).
B. Prodotti della lamina cornea	4. Sacchetto staccatosi dalla lamina cornea.	4. Cristallino	*Lens crystallina*
	5. Integumento esterno . .	5. Congiuntiva	*Conjunctiva*
	6. Invaginazioni dell' integumento.	6. Ghiandole lacrimali.	*Glandulae lacrimales*
II. — Parti dell' occhio umano che si svolgono dal *Mesoderma* o foglietto germinativo mediano.			
C. Prodotti della lamina dermica	7, 8. Processo listiforme del corio nel lato inferiore della vescica oculare primaria	7. Corpo vitreo	*Corpus vitreum*
		8. Capsula vascolare del corpo vitreo.	*Capsula vasculosa corporis vitrei.*
	9. Prolungamento della lista di corio.	9. Vasi centrali della retina.	*Vasa centralia retinae*
	10. Membr. pupillare e membrana capsulo-pupillare.	10. Capsula vascolare del cristallino.	*Capsula vasculosa lentis crystallinae.*
	11. Ripiegature del corio . .	11. Palpebre	*Palpebrae*
D. Prodotti della lamina cefalica	12, 13. Capsula vascolare del bulbo oculare (*Capsula vasculosa bulbi*)	12. Coroide	*Chorioidea*
		13. Iride	*Iris*
	14, 15. Capsula fibrosa del bulbo oculare (*Capsula fibrosa bulbi*)	14. Sclerotica	*Sclerotica*
		15. Cornea	*Cornea*

anche oggidì. Nelle scimmie e nell'uomo la membrana nittitante è regressa e non ne esiste più che un piccolo residuo all'angolo interno dell'occhio quale « piega semilunare », quale inutile « organo rudimentale » (confrontare la pagina 72). Così pure le scimmie e l'uomo hanno anche perduto la « ghiandola di Harder » sboccante sotto alla membrana nittitante, la qual ghiandola si trova negli altri mammiferi, come pure negli uccelli, rettili ed anfibii.

In modo sotto varii rispetti simile all'occhio ed al naso e tuttavia sotto altri rispetti ancora molto differente si sviluppa l'*orecchio* dei vertebrati (172). L'*organo uditivo* dell'uomo adulto è uguale in tutte le parti essenziali a quello dei rimanenti mammiferi e particolarissimamente a quello delle scimmie. Come in quelli esso risulta di due elementi essenziali, di un apparato conduttore del suono (orecchio esterno e mediano) e di un apparato percettore del suono (orecchio interno). L'orecchio esterno si apre nel padiglione uditivo collocato ai lati del capo (fig. 334, *a*). Di qui conduce verso l'interno del capo il condotto uditivo esterno, che è lungo circa un pollice (*b*). L'estremità interna di esso è chiusa dalla nota membrana timpanica (*tympanum*) membrana verticale, sebbene alquanto obliqua, di forma circolare (*c*). Questo timpano separa il condotto uditivo esterno dalla cosidetta cavità timpanica (*cavum tympani*, *d*). È questa una piccola cavità nascosta nella parte petrosa dell'osso temporale e ripiena d'aria, la quale per un tubo speciale sta in comunicazione colla bocca (*e*). Questo tubo è alquanto più lungo ma molto più stretto che il condotto uditivo esterno, conduce in direzione obliqua dalla parete anteriore della cavità timpanica in giù verso l'interno e l'avanti, e sbocca dietro alle narici interne (o coane) nella parte superiore della cavità faringea o della fauce. Questo tubo porta il nome di tromba di Eustachio (*tuba Eustachii*, *e*); esso serve a rendere uguale la pressione fra quell'aria che si trova entro alla cavità timpanica e la circostante aria atmosferica, la quale penetra pel condotto uditivo esterno. Tanto la tromba d'Eustachio quanto la cavità timpanica sono tappezzate da una sottile mucosa, la quale è in diretta continuazione colla mucosa faringea. Nell'interno della cavità timpanica si trovano i tre eleganti ossicini uditivi, che per la loro forma caratteristica sono chiamati martello, incudine e staffa (fig. 334, *f*, *g*, *h*). Quello che giace più esternamente è il martello (*f*) alla faccia interna del timpano. L'incudine (*g*) è interposta fra gli altri due sopra e all'indentro del martello. Infine la staffa (*h*) giace all'indentro dell'incudine e colla sua base tocca la parete esterna dell'orecchio interno o vescica uditiva. Tutte le dette parti dell'orecchio esterno o mediano appartengono all'apparato conduttore del suono. Esse hanno essenzialmente lo scopo di condurre le onde sonore provenienti dall'esterno attraverso alla spessa parete laterale del capo alla vescica uditiva che è nascosta nell'interno. Nei pesci tutte queste parti mancano

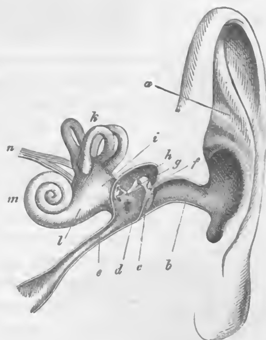


Fig. 334. — Organo uditivo dell'uomo (orecchia sinistra, vista dal davanti, in grandezza naturale).

a) Padiglione dell'orecchio; *b*) Condotto uditivo esterno; *c*) Timpano; *d*) Cavità timpanica; *e*) Tromba di Eustachio; *f*, *g*, *h*) I tre ossicini dell'udito [(*f*) Martello, *g*) Incudine, *h*) Staffa)]; *i*) Otricolo uditivo; *k*) I tre canali semicircolari; *l*) Sacculo uditivo; *m*) Chiocciola; *n*) Nervo acustico.

ancora interamente. Qui le onde sonore dall'acqua vengono condotte direttamente alla vescica uditiva attraverso alla parete stessa del capo.

L'interno apparato percettore del suono il quale riceve le onde sonore che gli sono in tal guisa condotte risulta nell'uomo, come in tutti gli altri cranioti, di una *vescica uditiva* chiusa, ripiena di liquido, e di un *nervo uditivo* le cui terminazioni si espandono sulla parete di questa vescica. Le vibrazioni delle onde sonore vengono trasmesse per questi mezzi a quelle terminazioni nervee. Nel liquido uditivo o « linfa del labirinto » che riempie la vescica uditiva, stanno di rimpetto ai siti di entrata del nervo acustico piccole pietruzze che sono costituite da ammassi di microscopici cristalli di calce (otoliti, *otolithi*). La stessa costituzione ha anche essenzialmente l'organo uditivo del più degli animali inferiori. Per solito esso risulta anche qui da una vescicola chiusa che è ripiena di liquido, che contiene l'otolite e sulla cui parete si espande il nervo acustico. Mentre però qui la vescicola uditiva ha per solito una forma semplicissima, sferica od ovale, essa nei vertebrati si distingue per una struttura caratteristica e strana chiamata *labirinto uditivo*. Questo labirinto dalle pareti sottili è rinchiuso in una capsula ossea della stessa forma, il labirinto osseo (fig. 335), e questo sta nel mezzo dell' osso pietroso del cranio. Il labirinto di tutti i gnatostomi è distinto in due vesciche. La vescica uditiva maggiore si chiama *utricolo uditivo* (*utriculus*) ed ha tre appendici arcuate, cosidetti « canali semicircolari » (*c*, *d*, *e*). La vescica uditiva minore chiamasi *sacculo uditivo* (*sacculus*) ed è in connessione con una peculiare appendice che nell'uomo e nei mammiferi superiori si distingue per la sua forma spirale, simile ad una chiocciola, e perciò viene appunto chiamata *chiocciola* (*cochlea*, *b*). Sulla sottile parete di questo labirinto membranoso si espande in modo complicatissimo il nervo acustico, il quale dal cervello terminale penetra nelle vesciche uditive. Esso si divide qui in due rami, un nervo cocleare (per la chiocciola) ed un nervo vestibolare (per le rimanenti parti del labirinto). Il primo sembra piuttosto essere attribuito alla qualità, il secondo alla quantità delle sensazioni di suono. Per mezzo del nervo cocleare noi apprendiamo di quale altezza e timbro, del nervo vestibolare, di quale forza siano i toni.



Fig. 335. — Il labirinto osseo dell'organo uditivo umano (del lato sinistro).

a) Vestibolo; *b*) Chiocciola; *c*) Canale semicircolare superiore; *d*) posteriore: *e*) esterno; *f*) Finestra ovale; *g*) Finestra rotonda. Da Meyer.

Il primo abbozzo di questo complicatissimo organo uditivo è tanto nell'embrione dell'uomo come in quello di tutti gli altri cranioti estremamente semplice, cioè un affondamento dell'integumento esterno. Alla parte posteriore del capo nasce dalle due parti presso al cervello terminale, all'estremità superiore della seconda fessura branchiale, un inspessimento o callosità della lamina cornea (figg. 336, *A*, *fl*; 338, *g*). Questa diventa una fossa e si stacca dall'integumento esterno appunto come il cristallino dell'occhio (cfr. pag. 487). Così si forma da ambo i lati sotto alla lamina cornea del retrocapo una piccola vescichetta ripiena di liquido, la *vescicola uditiva primitiva* od *otocisti*, ossia il « labirinto primario » (tavole VI-IX, *o*). Liberandosi dal suo luogo di origine, dalla lamina cornea, ed affondandosi verso l'interno e verso il basso nel cranio essa cambia la sua forma tondeggiante in quella piriforme (figg. 336, *B*,*lv*; 339, *o*). La parte esterna di essa si allarga cioè in un sottile peduncolo che dapprima sbocca ancora all'esterno mediante uno stretto canale (cfr. fig. 184, *f*, pag. 267). Questa è la cosidetta *appendice del labirinto* (*recessus labyrinthi*, fig. 336, *lr*). Nei vertebrati inferiori essa si svolge in una speciale cavità piena di cristalli di calce, la quale in taluni

pesci primitivi rimane persino aperta per tutta la vita e sbocca all'esterno alla parte superiore del cranio (*ductus endolymphaticus*). Nei mammiferi invece il recesso del labirinto si atrofizza. Esso non ha qui che un interesse filogenetico, quello di un organo rudimentale che oramai non ha più alcun significato fisiologico. L'inutile resto di esso è uno stretto canale che attraversa la parete ossea dell'osso pietroso e porta il nome di « acquedotto del vestibolo » (*aquaeductus vestibuli*).

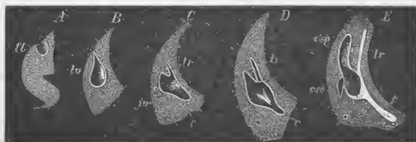


Fig. 336. — Sviluppo del labirinto uditivo del pulcino in cinque stadii consecutivi (A-E). (Sezione trasversa verticale dell'abbozzo del cranio).

fl) Fossetta uditiva; *lv*) Vescicola uditiva; *lr*) Recesso del labirinto; *c*) Abbozzo della chiocciola; *csp*) Canale semicircolare posteriore; *cse*) esterno; *jv*) Vena giugulare. Da Reissner.

Solo la parte interna ed inferiore allargate a vescica della vescicola uditiva che si è così staccata si sviluppa a formare la struttura estremamente complicata e differenziata che più tardi si comprende sotto il nome di « labirinto secondario ». Questa

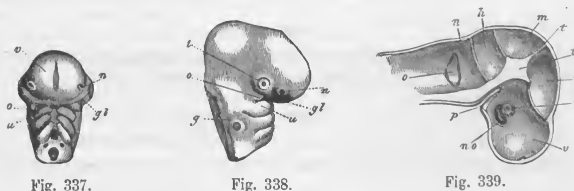


Fig. 337. Fig. 338. Fig. 339.

Figg. 337 e 378. — Capo di un embrione di pollo del terzo giorno di incubazione (fig. 337 dal davanti; fig. 338 dal lato destro).

n) Abbozzo del naso (fossetta olfattiva); *l*) Abbozzo dell'occhio (fossetta visiva); *g*) Abbozzo dell'orecchio (fossetta uditiva); *v*) Cervello anteriore; *gl*) Fessura oculare; *o*) Apofisi sopramascellare; *u*) Apofisi inframascellare del primo arco branchiale. Da Kölliker.

Fig. 339. — Cranio primitivo dell'embrione umano di quattro settimane, tagliato verticalmente e considerata dall'interno la metà sinistra.

v, *z*, *m*, *h*, *n*) Le cinque fosse della cavità craniana, nelle quali giaciono le cinque ampolle cerebrali (cervello anteriore, intermedio, mediano, posteriore e terminale); *o*) Vescicola uditiva primaria piriforme (per trasparenza); *a*) Occhio (per trasparenza); *no*) Nervo ottico; *p*) Canale dell'ipofisi. Da Kölliker.

vescichetta si differenzia già di buon'ora in una porzione superiore maggiore ed una inferiore più piccola. Dalla prima prende origine l'*otricolo uditivo* (*utriculus*), coi tre condotti arcuati o canali semicircolari; dall'ultima il *sacchetto uditivo* (*sacculus*) colla chiocciola (fig. 336, *c*). I tre canali semicircolari si formano quali semplici tasche estroflesse dell'otricolo (*cse* e *csp*). Nella parte mediana di ciascuna evaginazione le loro due pareti si saldano e si staccano dall'otricolo mentre i due capi rimangono in aperta

QUARANTESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi dell'orecchio umano.

Primo periodo.

Il nervo acustico è un comune nervo cutaneo sensibile che si espande su una lamina uditiva, speciale *tratto cutaneo* del capo con lamina cornea differenziata.

Secondo periodo.

La lamina uditiva si affonda e forma una speciale *fossetta uditiva* nella pelle la quale si apre all'esterno per un condotto (« recesso del labirinto »).

Terzo periodo.

La fossetta uditiva è diventata una *vescicola uditiva* chiusa, piena di liquido, che si è staccata dalla lamina cornea. In questa si forma per secrezione di calcare un otolite. Il recesso del labirinto diviene rudimentale (*aquaeductus vestibuli*).

Quarto periodo.

La vescicola uditiva si divide in due parti comunicanti: *utricolo uditivo* (*utriculus*) e *sacculo uditivo* (*sacculus*). In ciascuna delle due metà penetra uno speciale ramo primario del nervo acustico.

Quinto periodo.

Dall'utricolo uditivo si producono tre canali semicircolari (come in tutti i gnatostomi).

Sesto periodo.

Dal sacculo uditivo si produce la *chiocciola* (*cochlea*), nei pesci ed anfibii molto insignificante, sviluppata come parte indipendente solo negli amnioti.

Settimo periodo.

La prima fessura branchiale (o « sfiatatoio » dei selaci) si trasforma nella *cavità timpanica* e nella *tromba d'Eustachio*, la prima vien chiusa verso l'esterno dal *timpano* (anfibii).

Ottavo periodo.

Dal pezzo superiore del secondo arco branchiale si sviluppa un *ossicino uditivo* bacilliforme (*columella*) il quale collega il labirinto col timpano (anfibii, rettili).

Nono periodo.

La columella dei rettili si trasforma nella staffa dei mammiferi, l'osso quadrato dei primi nell'incudine di questi ultimi ed il pezzo articolare contrapposto della mandibola nel martello. Per tal modo il martello e l'incudine nascono dal primo arco branchiale, la staffa dal secondo.

Decimo periodo.

Si sviluppa l'*orecchio esterno* ed il *condotto uditivo* osseo. Il padiglione uditivo e acuminato e mobile (come nel più dei mammiferi inferiori).

Undecimo periodo.

Il padiglione uditivo coi suoi muscoli cade in disuso e diventa organo rudimentale. Esso non ha più punta ma invece un margine risvoltato ed un lobo dell'orecchio (nelle scimmie antropoidi e nell'uomo).

QUARANTUNESIMA TABELLA

Specchio dell' evoluzione dell' orecchio umano.

I. — Parti dell'orecchio interno (Apparato percettore del suono).			
A. Prodotti della lamina cornea	1. Peduncolo della vescica uditiva primaria.	1. Acquedotto del vestibolo (*ductus endolymphaticus*).	*Aquaeductus vestibuli s. recessus labyrinthi.*
	2, 3. Parte superiore della vescica uditiva primaria.	2. Sacco uditivo	*Utriculus*
		3. Tre canali semicircolari.	*Canales semicirculares*
	4, 5. Parte inferiore della vescica uditiva primaria.	4. Sacchetto uditivo . .	*Sacculus*
		5. Chiocciola	*Cochlea*
B. Prodotti della lamina midollare	6. Lista nervea al sito di chiusura del cervello posteriore.	6. Nervo acustico . . .	*Nervus acusticus*
C. Prodotti della lamina cefalica	7. Invoglio osseo del labirinto membranoso.	7. Labirinto osseo . . .	*Labyrinthus osseus*
	8. Invoglio osseo dell'intero orecchio interno.	8. Osso petroso	*Os petrosum*
II. — Parti dell' orecchio medio ed interno (Apparato conduttore del suono).			
D. Prodotti della prima fessura branchiale	9. Parte interna della prima fessura branchiale.	9. Tromba d'Eustachio	*Tuba Eustachii*
	10. Parte media della prima fessura branchiale.	10. Cavità timpanica . .	*Cavum tympani*
	11. Sito di chiusura della prima fessura branchiale.	11. Membrana timpanica.	*Membrana tympani*
E. Prodotti di due primi archi branchiali	12. Pezzo superiore del secondo arco branchiale.	12. Staffa (primo ossicino dell'udito).	*Stapes* (= *Columella*)
	13. Pezzo superiore del primo arco branchiale.	13. Incudine (secondo ossicino dell'udito).	*Incus*
	14. Pezzo medio del primo arco branchiale.	14. Martello (terzo ossicino dell'udito).	*Malleus*
F. Prodotti della lamina cefalica	15. Anello timpanico (*Annulus tympanicus*).	15. Condotto uditivo osseo esterno.	*Meatus auditorius osseus.*
	16. Piega cutanea anulare al sito di chiusura della prima fessura branchiale.	16. Padiglione uditivo .	*Concha auris*
		17. Muscoli rudimentali dell'orecchio.	*Musculi conchae*

comunicazione colla sua cavità. Tutti i gnatostomi hanno come l'uomo tre canali semicircolari, mentre fra i ciclostomi le lamprede non ne hanno che due ed i mixinoidi un solo. Il complicatissimo edificio della *chiocciola*, che è uno dei più raffinati e meravigliosi prodotti d'adattamento del corpo dei mammiferi, si sviluppa originariamente nel modo più semplice come estroflessione ampolliforme del sacculo uditivo. I diversi stadii ontogenetici del suo perfezionamento si trovano, come han mostrato l'Hasse ed il Retzius, l'uno presso l'altro nella serie dei vertebrati superiori (173). Negli stessi monotremi manca ancora l'incurvamento spirale della chiocciola che è caratteristico per gli altri mammiferi e per l'uomo.

Il *nervo acustico* (*nervus acusticus*) o l'ottavo nervo cerebrale si espande con un ramo primario sulla chiocciola, coll'altro ramo primario sulle restanti parti del labirinto. Il nervo acustico, come ha mostrato il Gegenbaur, è il ramo dorsale sensorio di un nervo cerebro-spinale il cui ramo ventrale motorio è il nervo motore dei muscoli facciali (*nervus facialis*). Esso è perciò nato filogeneticamente da un nervo cutaneo comune e con ciò ha tutt'altra origine che il nervo ottico ed il nervo olfattivo, i quali entrambi sono dirette estroflessioni del cervello. Sotto questo rapporto l'organo uditivo è essenzialmente diverso dall'organo visivo e dall'organo olfattivo. Il nervo acustico si origina da cellule formative esodermiche del cervello posteriore e si produce dalla lista nervea che si sviluppa dal suo punto dorsale di chiusura (fig. 319, *spg*). Per contro tutti gli invogli membranosi, cartilaginei ed ossei del labirinto uditivo si sviluppano dalle lamine cefaliche mesodermiche.

Affatto distintamente dall'apparato percettore dei suoni si sviluppa l'*apparato conduttore dei suoni* che noi troviamo nell'orecchio esterno e medio dei mammiferi. Esso si deve considerare tanto filogeneticamente quanto ontogeneticamente come una formazione indipendente secondaria che solo in seguito si aggiunge al primario orecchio interno. Tuttavia l'evoluzione di esso non è meno interessante ed è anch'essa perfettamente spiegata dall'anatomia comparata. In tutti i pesci e negli infimi vertebrati ancor più bassi di quelli non esiste ancora affatto uno speciale apparato conduttore del suono, un orecchio esterno e medio; essi hanno solo un labirinto, un orecchio interno che giace internamente nel cranio. Per contro mancano ad essi la membrana timpanica, la cavità timpanica e tutti gli annessi. L'orecchio medio non comincia a svilupparsi che nella classe degli anfibii, dove noi incontriamo per la prima volta un timpano, una cavità timpanica ed una tromba eustachiana. Tutti questi elementi essenziali dell'orecchio medio si originano dalla *prima fessura branchiale* e dalle sue parti circostanti, la quale fessura nei pesci primitivi si conserva per tutta la vita in forma di « sfiatatoio » e giace fra il primo ed il secondo arco branchiale. Nell'embrione dei vertebrati superiori essa si salda nella sua parte mediana e questo luogo di saldamento si foggia a membrana timpanica. Quello che rimane esternamente ad essa della prima fessura branchiale è l'abbozzo del condotto uditivo esterno. Dalla parte interna di essa nasce la cavità timpanica e più internamente la tromba d'Eustachio. A ciò è connesso lo sviluppo dei tre ossicini dell'udito dai due primi archi branchiali: il martello e l'incudine si formano dal primo arco branchiale, la staffa invece dall'estremità superiore del secondo arco (174).

Infine per ciò che riguarda l'*orecchio esterno*, cioè il *padiglione uditivo* ed il *condotto uditivo esterno* che da esso conduce sino al timpano, queste parti si sviluppano in guisa semplicissima dall'integumento che limita lo sbocco esterno della prima fessura branchiale. Il padiglione uditivo si solleva qui in forma di una piega cutanea

annulare nella quale più tardi sorgono cartilagini e muscoli (fig. 328, pag. 484). Del resto quest'organo è proprio unicamente della classe dei *mammiferi*. La sua mancanza è ancora originaria nell'infima divisione, nei monotremi. Invece nelle rimanenti divisioni si trova in differentissimi gradi di sviluppo e parzialmente anche di regresso. Regresso è il padiglione uditivo nel più dei mammiferi acquatici. La maggior parte di essi lo ha anzi interamente perduto, così segnatamente i sirenidi e cetacei ed il più dei pinnipedi. Per contro il padiglione uditivo è bene sviluppato nella gran maggioranza dei marsupiali e placentali, serve ad accogliere e raccogliere le onde sonore ed è provvisto di uno sviluppatissimo apparato muscolare mediante il quale il padiglione uditivo può essere voltato liberamente verso tutti i lati e nello stesso tempo può mutare la sua forma. Vi è noto quanto vigorosamente e liberamente possano i nostri mammiferi domestici, i cavalli, vitelli, cani, conigli, ecc., « aguzzare » le orecchie, drizzarle e muoverle in diversi sensi. Lo stesso fanno anche oggidì il più delle scimmie e lo stesso potevano anche fare un dì i nostri più antichi progenitori pitecoidi. Ma i nostri antenati pitecoidi più recenti, i quali noi abbiamo comuni colle scimmie antropoidi (gorilla, scimpanzè, ecc.), si divezzarono da quei movimenti delle orecchie, e perciò i muscoli motori di esse sono diventati poco alla volta rudimentali ed inutili. Ciò malgrado noi possediamo tuttora quei muscoli (figura 340). Inoltre taluni uomini possono ancora, mediante il muscolo attrattore (*b*) ed il retrattore (*c*), muovere un poco le orecchie all'avanti ed all'indietro, e coll'esercizio prolungato si possono rafforzare poco alla volta questi movimenti. Per contro niun uomo è più in grado di sollevare il padiglione mediante il muscolo elevatore (*a*) o di mutarne la forma mediante i piccoli muscoli auricolari interni (*d*, *e*, *f*, *g*). Questi muscoli, che erano molto utili ai nostri progenitori, sono per noi divenuti insignificanti. Lo stesso vale pel più delle scimmie antropoidi.

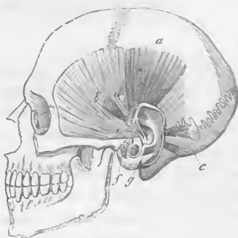


Fig. 340.
I muscoli rudimentali dell'orecchio, sul cranio umano. Da H. Meyer.

a) Muscolo elevatore (*Musculus attollens*); *b*) Muscolo attrattore (*Musculus attrahens*); *c*) Muscolo retrattore (*M. retrahens*); *d*) Grande muscolo dell'elice (*M. helicis major*); *e*) Piccolo muscolo dell'elice (*M. helicis minor*); *f*) Muscolo del trago (*M. tragicus*); *g*) Muscolo dell'antitrago (*M. antitragicus*).

Anche la caratteristica conformazione del nostro padiglione auricolare umano, specialmente l'orlo rivoltato, l'elice (*helix*) ed il lobulo, è da noi condivisa colle scimmie antropoidi superiori: gorilla, scimpanzè ed orang. Per contro le scimmie inferiori hanno un orecchio appuntito senza elice e senza lobulo, come gli altri mammiferi. Il Darwin ha però mostrato che in parecchi uomini alla parte superiore del margine risvoltato si può scorgere un lieve processo acuminato, che i più fra noi non possiedono. In alcuni individui questo processo è molto sviluppato. Esso non può essere interpretato che come un resto della primitiva punta dell'orecchio, la quale in seguito all' involuzione del margine si è ripiegato verso l'avanti o verso l'interno. Se noi paragoniamo sotto questo rapporto il padiglione uditivo dell'uomo con quello delle diverse scimmie noi troviamo che questi padiglioni rappresentano una serie continuata di regressi. Nei comuni progenitori catarrini degli antropoidi e dell'uomo questa regressio neha cominciato coll'involgersi del padiglione uditivo. In seguito a ciò è

nata l'elice dalla quale sporge quel significantissimo angolo che è l'ultimo resto della punta liberamente sporgente dell'orecchio dei nostri più antichi antenati pitecoidi. Così anche qui è possibile, coll'aiuto dell'anatomia comparata, la sicura derivazione di quest'organo umano da simili ma meglio sviluppati organi dei mammiferi inferiori. Nello stesso tempo la fisiologia comparata ci insegna che esso in questi ultimi ha un valore fisiologico più o meno elevato, mentre negli antropoidi e nell'uomo è un inutile organo rudimentale. La condotta dei suoni dalla perdita del padiglione è poco influenzata. Ciò spiega anche la straordinaria varietà di forma e di grandezza del padiglione uditivo nei diversi uomini; esso condivide quest'alto grado di variabilità con altri organi rudimentali (175).



VENTISEIESIMA CONFERENZA

Storia dell' evoluzione dei nostri organi del movimento.

« Potrà il lettore, volendo giudicare il complesso, esaminare partitamente le basi di fatto sulle quali io appoggio le mie conclusioni. Ma è poi altrettanto necessario collegare di nuovo i singoli fatti ed utilizzarli per edificarne il complesso. Quegli che *a priori* non vede nel mondo degli organismi che esistenze prive di legame, nelle quali le eventuali corrispondenze di organizzazione non appaiono che come fortuite rassomiglianze, quegli rimarrà estraneo ai risultati di questa ricerca non solo perchè egli non comprende le conclusioni, ma sopratutto perchè gli sfugge l'importanza dei fatti sui quali esse si fondano. *Il fatto in sè però non è un risultato scientifico, nè una scienza si compone di puri fatti.* Ciò che di questi ultimi fa una scienza è il loro collegamento per opera di quelle operazioni mentali combinatrici che determinano i rapporti dei fatti gli uni cogli altri ».

CARLO GEGENBAUR (1892).

Organi di moto attivi e passivi:
Sistema muscolare e sistema scheletrico. — Scheletro primario: corda dorsale.
Scheletro secondario: pericorda. — Scheletro cefalico (cranio)
e scheletro del tronco (colonna vertebrale). — Scheletro delle estremità.
Origine del piede a cinque dita da pinne a molte dita.
Muscoli cutanei e muscoli scheletrici.

Contenuto della ventiseiesima Conferenza.

Il *motorium* dei vertebrati. — Sua costituzione dagli organi di moto passivi ed attivi (scheletro e muscoli). — Importanza dello scheletro interno dei vertebrati. — Costituzione della colonna vertebrale. — Relazioni di struttura e di numero delle vertebre. — Coste e sterno. — Ontogenesi della colonna vertebrale. — Corda e pericorda (guaina della corda). — Lamine muscolari dei protosegmenti. — Metameria. — Vertebre cartilaginee ed ossee. — Dischi intervertebrali. — Scheletro cefalico (cranio ed archi branchiali). — Teoria vertebrale del cranio: Goethe ed Oken, Huxley e Gegenbaur. — Cranio primordiale. — Sua composizione da almeno nove metameri fusi insieme — Archi branchiali (coste cefaliche). — Scheletro delle due paia di arti od estremità. — Origine dei piedi ambulatori pentadattili dalla pinna polidattila dei pesci. — La pinna primitiva dei selaci: archipterigio di Gegenbaur. — Passaggio dalla natatoria pinnata o biseriata alla semipinnata od uniseriale. — Regresso dei raggi della pinna o dita. — Polidattilia e pentadattilia. — Comparazione delle zampe anteriori (pinne pettorali) e delle zampe posteriori (pinne ventrali). — Cingolo scapolare e cingolo pelvico. — Ontogenesi delle estremità. — Evoluzione dei muscoli. — Muscolatura cutanea e muscolatura dello scheletro.

Bibliografia.

Johannes Müller, *Vergleichende Anatomie der Myxinoiden*, 1834-45.

Heinrich Rathke, *Abhandlungen zur Bildungs- und Entwickelungs-Geschichte des Menschen und der Thiere*, 1834-1860.

Carl Gegenbaur, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1864-1872, fascicoli I-III. Inoltre: *Morphologisches Jahrbuch*, 1876-1891, vol. I-XVII.

Thomas Huxley, *Trattato di Anatomia comparata dei Vertebrati*. Trad. ital. di Giglioli, Firenze 1874.

W. K. Parker e G. T. Betany, *Die Morphologie des Schädels*, 1879.

Emil Rosenberg, *Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen*. (*Morphol. Jahrb.*, vol. I), 1876.

Robert Wiedersheim, *Vergleichende Anatomie der Amphibien* (*Gymnophionem, Salamandrinen*), 1875-1879.

Oscar Hertwig, *Ueber das Hautskelet der Fische* (*Morph. Jahrb.*, vol. II, V, VII), 1876-1881.

Hermann Klaatsch, *Zur Morphologie der Fisch-Schuppen und zur Geschichte der Hartsubstanz-Gewebe* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XVI), 1890.

Philipp Stöhr, *Zur Entwickelungsgeschichte des Schädels*, 1879-1882.

K. Hoffmann, *Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1879.

Anton Schneider, *Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere*, 1879.

Hans Gadow, *Beiträge zur Myologie* (*Morphol. Jahrb.*, vol. VII), 1880.

J. W. Van Wijhe, *Ueber die Mesoderm-Segmente und die Entwickelung der Nerven des Selachier-Kopfes*, 1882.

L. Testut, *Les Anomalies musculaires chez l'homme expliquées par l'anatomie comparée*, 1884.

Georg Ruge, *Untersuchungen über die Gesichts-Muskulatur der Primaten*, 1887.

Max Fürbringer, *Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungs-Organe*, 1888.

Edward Cope, *The Vertebrata of the cretaceous formations of the West*, 1883, 75 incisioni.

XXVI.

Signori!

Fra le condizioni organiche che nel tipo dei vertebrati sono sopratutto caratteristiche, tiene certamente uno dei primi posti la particolare disposizione dell'apparato locomotore o del « *locomotorium* ». L'elemento più importante di quest'apparato è bensì dato, come per tutti gli animali superiori, dagli organi attivi del movimento, dai *muscoli*, cioè dai cordoni di carne, perchè sono essi che per la loro particolare « contrattilità » hanno la facoltà di accorciarsi. Così le singole parti del corpo vengono mosse le une verso le altre e contemporaneamente anche il corpo intero viene traslocato. Ma l'ordinamento di questi muscoli ed i loro rapporti col solido *scheletro* sono nei vertebrati affatto peculiari e differenti da quelli di tutti gli invertebrati.

Nel più degli animali inferiori, segnatamente nei vermi, noi troviamo che i muscoli formano un semplice strato carnoso sottile collocato immediatamente sotto all'integumento esterno. Questo « tubo muscolo-cutaneo » è strettissimamente collegato al tegumento, e lo stesso avviene nel tipo dei molluschi. Anche nella gran divisione degli articolati, nelle classi dei crostacei, aracnidi, miriapodi ed insetti noi troviamo una simile condizione, colla sola differenza che qui l'integumento forma una salda corazza: un rigido *dermascheletro* formato di chitina (e spesso anche di carbonato di calce). Quest'esterna corazza chitinosa è tanto sul tronco che sulle estremità degli articolati molteplicemente articolata e corrispondentemente anche il sistema muscolare, i cui cordoni carnosi sono disposti all'*interno* dei tubi chitinosi, è articolato in modo estremamente vario. Un diretto contrasto con tale disposizione si trova nei *vertebrati*. In essi soli si sviluppa un solido *scheletro interno*, un'impalcatura formata di cartilagini o di ossa sulla quale i muscoli della carne si fissano *esternamente* e trovano un saldo sostegno. Quest'impalcatura ossea rappresenta un complicato sistema di leve, un *apparato passivo di moto*. Le parti rigide di esso, i bracci della leva o le ossa, sono mossi l'uno verso l'altro dal moto attivo dei cordoni muscolari come da funicelle. Questo ottimo *locomotorium*, sopratutto il suo asse solido centrale, la *colonna vertebrale*, è una speciale particolarità dei vertebrati ed è appunto per ciò che già da gran tempo l'intera divisione è appunto detta dei *vertebrati*.

Ora lo scheletro interno di molte diverse classi dei vertebrati, malgrado l'eguaglianza dei suoi primi abbozzi, si è però svolto in modi così varii e peculiari e nelle divisioni superiori di essi si è conformato ad apparato così complesso da costituire per l'anatomia comparata una delle più ricche miniere. Ciò aveva già riconosciuto l'antica filosofia naturale al principio del nostro secolo ed essa si era impadronita fin dal principio con speciale preferenza di questo rimunerantissimo materiale. Anche la scienza che noi oggi chiamiamo in senso elevato, filosofico, « *anatomia comparata* » ha raccolto su questo campo le sue più ricche messi. La moderna anatomia comparata ha scrutato più profondamente lo scheletro dei vertebrati ed ha con maggior

QUARANTADUESIMA TABELLA

Specchio della composizione dello scheletro umano.

A. — Scheletro centrale o scheletro assile (*Chordoskeleton*).

A *a.* — Corpi vertebrali ed archi superiori		A *b.* — Archi vertebrali inferiori	
1. Cranio (*Cranium*)	1 *a*) Cranio prevertebrale 1 *b*) Cranio vertebrale	1. Prodotti degli archi branchiali	*Producta arcuum branchialium*
2. Colonna vertebrale (*Vertebrarium*)	7 vertebre cervicali 12 vertebre toraciche 5 vertebre lombari 5 vertebre sacrali 4 vertebre caudali	2. Coste e sterno . . .	*Costae et sternum*

B. — Scheletro cingolare delle estremità (*Zonoskeleton*).

B *a.* — Scheletro cingolare degli arti anteriori cingolo scapolare (*Scapulozona*)		B *b.* — Scheletro cingolare degli arti posteriori cingolo pelvico (*Pelicozona*)	
1. Scapola	*Scapula*	1. Osso iliaco	*Os ilium*
[2. Procoracoide	*Procoracoides* †]	2. Osso pubico	*Os pubis*
[3. Coracoide	*Coracoides* †]	3. Osso ischiatico. . .	*Os ischii*
4. Clavicola	*Clavicula*		—

C. — Scheletro articolare delle estremità (*Meloskeleton*).

C *a.* — Scheletro articolare degli arti anteriori (*Carpomela*)		C *b.* — Scheletro articolare degli arti posteriori (*Tarsomela*)	
I. — *Prima sezione:* Braccio		I. — *Prima sezione:* Coscia	
1. Omero.	*Humerus*	1. Femore	*Femur*
II. — *Seconda sezione:* Avambraccio		II. — *Seconda sezione:* Gamba	
2. Radio	*Radius*	2. Tibia	*Tibia*
3 Cubito od ulna . .	*Ulna*	3. Fibula.	*Fibula*
III. — *Terza sezione:* Mano		III. — *Terza sezione:* Piede	
III A. — Carpo	*Carpus*	III A. — Tarso	*Tarsus*
Pezzi primitivi.	Pezzi trasformati.	Pezzi primitivi.	Pezzi trasformati.
a) Radiale	= *Scaphoideum*	*a*) Tibiale	= *Astragalus*
b) Intermedium	= *Lunatum*	*b*) Intermedium . . .	
c) Ulnare	= *Triquetrum*	*c*) Fibulare	= *Calcaneus*
d) Centrale.	= *Centrale*	*d*) Centrale	= *Naviculare*
e) Carpale I	= *Trapezium*	*e*) Tarsale I	= *Cuneiforme* I
f) Carpale II	= *Trapezoides*	*f*) Tarsale II	= *Cuneiforme* II
g) Carpale III	= *Capitatum*	*g*) Tarsale III	= *Cuneiforme* III
h) Carpale IV + V . .	= *Hamatum*	*h*) Tarsale IV + V . .	= *Cuboides*
III B. — Metacarpo . .	*Metacarpus* (5)	III B. — Metatarso . .	*Metatarsus*
III C. — Cinque dita; *Digiti* (14 falangi: *Phalanges*)		III C. — Cinque dita; *Digiti* (14 falangi: *Phalanges*)	

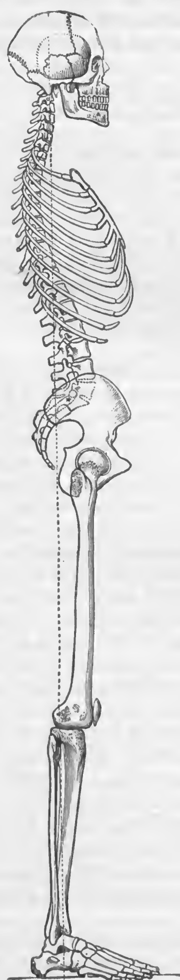


Fig. 341.

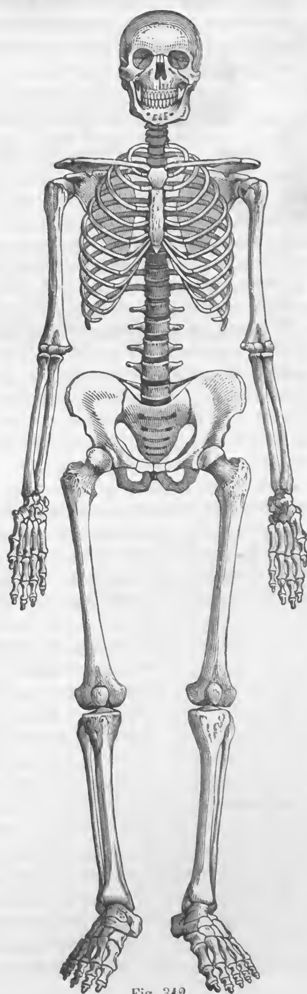


Fig. 342.

successo svelato le leggi della sua formazione di quel che sia stato il caso per qualunque altro sistema organico del corpo animale. Qui vale più che mai il noto e citatissimo detto nel quale il Goethe riassumeva il risultato più generale delle sue ricerche sulla morfologia:

> « *Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleichet der andern,*
> *Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz* » [1].

Ed oggi che noi abbiamo riconosciuta questa « legge secreta », questo « sacro enigma » per opera della teoria della discendenza, oggi che noi spieghiamo la rassomiglianza delle forme per mezzo dell'*eredità* e la loro dissomiglianza per mezzo dell'*adattamento*, oggi noi in tutto il dovizioso arsenale dell'anatomia comparata non possiamo trovare armi che più fortemente propugnino la verità della teoria evolutiva che la comparazione dello scheletro interno nei diversi vertebrati. Noi dobbiamo dunque fin d'ora aspettarci che essa anche per la nostra antropogenia abbia un'importanza affatto speciale. *Lo scheletro interno dei vertebrati è uno di quegli organi sulla cui filogenesi noi otteniamo dall'anatomia comparata delle rivelazioni molto più importanti e profonde che non dall'ontogenesi* (176).

Per nessun altro sistema organico come per l'interno scheletro dei vertebrati si impone così chiara ed immediata all'osservatore comparante la *necessità* del nesso filogenetico fra le forme affini e tuttavia così diverse. Quando noi paragoniamo pensatamente l'impalcatura solida dell'uomo con quella dei rimanenti mammiferi e questa ancora con quella dei vertebrati inferiori, da ciò solo noi dobbiamo già attingere la convinzione della vera consanguineità di tutti i vertebrati. Infatti tutte le singole parti che compongono quest'impalcatura ossea si ritrovano in forma bensì molteplicemente diversa, ma nella stessa caratteristica posizione e relazione anche negli altri mammiferi; e se noi da questi in fuori rintracciamo comparativamente le condizioni anatomiche dello scheletro, noi possiamo constatare dappertutto un'ininterrotta ed immediata connessione fra quelle strutture eteroclite ed in apparenza così aberranti ed in ultimo noi possiamo derivarle tutte da una semplicissima forma fondamentale comune. Da ciò solo deve già risultare con piena certezza ad ogni fautore della teoria dell'evoluzione che tutti i vertebrati compreso l'uomo si devono derivare da un'unica forma-stipite comune, da un provertebrato. Poichè le condizioni *morfologiche* dello scheletro interno ed anche del sistema muscolare che sta con esso in sì stretta correlazione sono tali che qui appunto è impossibile pensare ad un'origine *polifiletica*, ad un'origine da più radici diverse. È impossibile dopo matura meditazione far valere l'opinione che la colonna vertebrale colle sue diverse appendici, o lo scheletro delle estremità colle sue parti così variamente differenziate siano sôrte parecchie volte nel corso della storia della terra e che perciò i diversi vertebrati si devano derivare per diverse linee di discendenza di animali invertebrati. Piuttosto qui appunto l'anatomia comparata ci spinge con forza irresistibile alla convinzione *monofiletica* che il genere umano è un giovane ramoscello di quel grandioso tronco unico dalle cui diramazioni sono anche venuti fuori tutti i rimanenti vertebrati.

Ora per farci un'idea dei tratti fondamentali dell'evoluzione dello scheletro umano noi dobbiamo dapprima dare uno sguardo complessivo alla composizione che esso

[1] Tutte le forme son simili, tuttavia nessuna è uguale all'altra — E così il coro accenna ad una legge secreta.

ha nell'uomo adulto (cfr. la 42ª tabella e fig. 341, lo scheletro dell'uomo dal lato destro, senza braccia; fig. 342 lo scheletro intero dal davanti). Come in tutti gli altri mammiferi, così anche nell'uomo noi distinguiamo dapprima lo *scheletro assile* o dorsale e lo *scheletro appendicolare* od impalcatura ossea delle estremità. Lo scheletro assile (*chordoskeleton*) è composto dalla colonna vertebrale o scheletro del tronco e dal cranio o scheletro cefalico; quest'ultimo appare come la parte anteriore peculiarmente trasformata dal primo. Come appendici della colonna vertebrale troviamo le costole, al cranio l'ioide e la mandibola e gli altri prodotti degli archi branchiali. Lo scheletro delle due paia di arti od estremità si compone di due sorta di parti diverse, dell'impalcatura ossea delle estremità propriamente dette, liberamente sporgenti (*meloskeleton*) e dell'interno scheletro cingolare pel quale queste ultime sono collegate alla colonna vertebrale (*zonoskeleton*). Lo scheletro cingolare delle braccia (od « arti anteriori », *carpomela*) è il *cingolo scapolare* (*scapulozona*); lo scheletro cingolare delle gambe (o propriamente degli « arti posteriori », *tarsomela*) forma il *cingolo pelvico* (*pelycozona*).



Fig. 343. — La colonna vertebrale dell'uomo (in posizione eretta, dal lato destro). Da H. Meyer.

L'ossea *colonna vertebrale* dell'uomo (*columna vertebralis* o *vertebrarium*, fig. 343) è composta di 33-35 pezzi ossei annulari che giaciono in una serie l'uno *dietro* l'altro (nella consueta stazione eretta dell'uomo, l'uno *sopra* l'altro). Questi pezzi ossei, le *vertebre* (*vertebrae*), sono separati l'uno dall'altro da cuscinetti elastici, i dischi intervertebrali (*ligamenta intervertebralia*) ed in pari tempo sono collegati l'uno all'altro da articolazioni cosicchè tutta la colonna vertebrale costituisce un'impalcatura assile che è bensì solida ma tuttavia pieghevole ed elastica, liberamente mobile in tutti i sensi. Nelle diverse regioni del tronco le vertebre si distinguono per diversa forma e modo di collegamento e perciò si distinguono nella colonna vertebrale umana andando dall'alto al basso i seguenti gruppi: 7 vertebre cervicali, 12 vertebre toraciche, 5 vertebre lombari, 5 vertebre sacràli e 4-6 vertebre caudali. Le superiori che sono contigue al capo sono le *vertebre cervicali* (fig. 344), distinte da un foro che si trova in ciascuno dei due processi trasversi che lateralmente ne partono. Il numero delle vertebre cervicali è nell'uomo di sette e tale è pure in quasi tutti i rimanenti mammiferi, sia il collo così lungo come nel camello e nella giraffa o così breve come nella talpa e nel riccio. Questa costanza del *numero sette*, che non presenta se non poche eccezioni (spiegate dall'adattamento) è una prova parlante della comune discendenza di tutti mammiferi; essa non si può spiegare che colla rigorosa *eredità* da una forma-stipite comune, da un primo animale il quale possedeva quelle vertebre cervicali. Se ciascuna specie animale fosse stata creata indipendentemente sarebbe stato molto più comodo munire i mammiferi dal lungo collo di un numero maggiore di vertebre e quelli dal collo breve di un numero minore. Alle vertebre cervicali seguono dapprima le *vertebre toraciche*, il cui numero nell'uomo come nel più degli altri mammiferi è di 12-13 (per solito di 12). Ciascuna vertebra toracica (fig. 345) porta lateralmente, collegate per mezzo di articolazioni, un paio di *coste*, lunghe liste ossee che giaciono nella parete del torace e la sostengono. Le dodici paia di coste formano insieme coi

muscoli intercostali e collo sterno che collega anteriormente i capi delle coste di destra e di sinistra, la gabbia toracica (*thorax*). In questa gabbia toracica elastica e pur solida giaciono i due polmoni e fra di essi il cuore. Alle vertebre toraciche segue una breve ma robusta regione della colonna vertebrale che è formata da 5 grosse vertebre. Queste sono le *vertebre lombari* (fig. 346) le quali non portano costole e non mostrano fori nei loro processi trasversi. Segue poi l'*osso sacro* che è incastrato fra le due metà del cingolo pelvico. Quest'osso sacro è formato da cinque solide vertebre sacrali interamente fuse l'una coll'altra. In ultimo viene una piccola rudimentale colonna vertebrale caudale, il cosidetto coccige (*coccyx*). Questo coccige risulta di un numero variabile (abitualmente 4, più raramente 3 a 5-6) di piccole vertebre atrofiche ed è un organo inutile, rudimentale che tanto nell'uomo come nelle scimmie



Fig. 344.
La terza vertebra cervicale dell'uomo.



Fig. 345.
La sesta vertebra toracica dell'uomo.

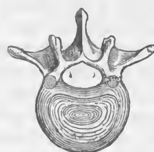


Fig. 346.
La seconda vertebra lombare dell'uomo.

senza coda, antropoidi, non ha più alcun significato fisiologico (cfr. figg. 286-290, pag. 441). Ma morfologicamente esso ha grande interesse come prova incontrastabile che l'uomo e gli antropoidi discendono da scimmie dalla lunga coda. Infatti solo ammettendo ciò si può ad ogni modo spiegare l'esistenza di questa coda rudimentale. Anzi nell'embrione umano la coda nei primi periodi dell'ontogenesi sporge fuori liberamente per buon tratto (cfr. tavole VI-IX e figg. 170-173). Più tardi essa si fonde e non è più visibile dall'esterno. Ma i resti delle vertebre caudali atrofizzate e dei muscoli rudimentali che prima la movevano permangono tutta la vita. Secondo le affermazioni degli antichi anatomici questa piccola coda nella femmina umana è per solito di una vertebra più lunga che nell'uomo (qui 4, là 5 vertebre, 177).

Numero delle vertebre di diversi catarrini		Cervicali	Toraciche	Lombari	Sacrali	Caudali	Somma
Ecaudati	Uomo (figg. 290, 343)	7	12	5	5	4	33
	Orang (fig. 287)	7	12	5	4	5	33
	Gibbon (figg. 281, 286)	7	13	5	4	3	32
	Gorilla (figg. 282, 289)	7	13	4	4	5	33
	Schimpanzè (fig. 288)	7	14	4	4	5	34
Caudati	Mandrillo (*Mormon choras*) . .	7	13	6	3	5	34
	Drillo (*Mormon leucophaeus*) . .	7	12	7	3	8	37
	Reso (*Inuus rhesus*)	7	12	7	2	18	46
	Sfinge (*Papio sphinx*)	7	13	6	3	24	53
	Simpai (*Semnopithecus melas*) .	7	12	7	3	31	60

Il numero delle vertebre nella colonna vertebrale umana è per solito in complesso di 33. È tuttavia interessante che questo numero spesso sia alterato mancando l'una o l'altra vertebra od intercalandosi una nuova vertebra soprannumeraria. Inoltre non raramente si forma all'ultima vertebra cervicale od alla prima vertebra lombare una costa liberamente mobile cosicchè allora vi sono 13 vertebre toraciche con 6 vertebre cervicali e 4 vertebre lombari. Per tal modo le vertebre adiacenti delle diverse sezioni della colonna vertebrale possono sostituirsi l'una all'altra. D'altra parte il quadro precedente del numero delle vertebre di diversi catarrini caudati ed ecaudati mostra quali notevoli oscillazioni subiscano questi numeri entro i limiti di questa sola famiglia (178).

Per comprendere la storia dell'evoluzione della colonna vertebrale umana noi dobbiamo ora considerare ancora un po' più da vicino la forma e la connessione delle vertebre. Ogni vertebra ha in generale la forma di un anello a sigillo (figg. 344-346). La parte più spessa di essa, la quale è rivolta al lato ventrale, si chiama il *corpo della vertebra* e forma un breve disco osseo; la parte più sottile di essa forma un arco semicircolare, l'*arco vertebrale*, che è rivolto verso il lato dorsale. Gli archi di tutte le vertebre consecutive sono collegati da tenui legamenti intercrurali (*ligamenta intercruralia*) per modo tale che la cavità che essi in comune racchiudono forma un lungo canale. In questo canale spinale o canale vertebrale giace, come già vi è noto, la parte troncale del sistema nerveo centrale, il midollo spinale. La parte cefalica di esso, l'encefalo, è rinchiusa nella cavità craniana ed il cranio stesso non è altro perciò che la parte anteriore particolarmente modificata della colonna vertebrale. La base od il lato ventrale della vescicolare capsula craniana corrisponde in origine ad un certo numero di corpi vertebrali fusi insieme, e la sua vôlta o lato dorsale agli archi vertebrali fusi insieme che a questi ultimi appartengono.

Mentre i solidi, massicci corpi vertebrali formano il vero asse centrale dello scheletro, gli archi dorsali servono di protezione al midollo centrale che vi è incluso. Ma simili archi si sviluppano anche al lato ventrale a protezione dei visceri toracici ed addominali. Tali *archi vertebrali inferiori* o *ventrali*, che partono dal lato ventrale del corpo delle vertebre formano in molti vertebrati inferiori un canale nel quale sono rinchiusi i grandi vasi sanguigni che son contro alla faccia inferiore della colonna vertebrale (aorta e vena caudale). Nei vertebrati superiori la massima parte di questi archi vertebrali inferiori va perduta o diventa rudimentale. Ma nella regione toracica della colonna vertebrale essi si sviluppano a formare robusti archi ossei indipendenti, le *costole* (*costae*). In realtà le coste non sono altro che potenti archi vertebrali inferiori fattisi indipendenti i quali si sono sciolti dal primitivo collegamento coi corpi vertebrali. La stessa origine hanno anche gli *archi branchiali*, che vi sono già noti; questi propriamente sono da considerare come « costole cefaliche » o come archi inferiori di vertebre craniane che corrispondono in generale alle costole della colonna vertebrale. Anche il modo di collegamento della metà destra e sinistra degli archi sulla faccia ventrale è qui come colà lo stesso. La gabbia toracica viene chiusa pel fatto che fra le costole anteriori si interpone lo sterno (*sternum*), osso impari che in origine si forma da due metà laterali pari. Così pure la gabbia branchiale viene chiusa dall'interporsi fra le metà destre e sinistre degli archi branchiali di un pezzo impari di collegamento, il corpo dell'ioide (*copula lingualis*).

Se ora da questo sguardo anatomico sulla costituzione della colonna vertebrale ci volgiamo alla questione della sua evoluzione, per ciò che riguarda i primi e più importanti processi evolutivi io posso rimandarvi all'esposizione che ho già precedentemente

fatto dell'ontogenesi della colonna vertebrale (nella XIV confer., pagg. 240-248). Voi ricordate qui anzitutto il fatto importante che nell'embrione dell'uomo come di tutti gli altri vertebrati invece della colonna vertebrale articolata non si trova in principio che un semplicissimo bastone cartilagineo inarticolato. Questo bastone cartilagineo saldo ma pieghevole ed elastico è la nota *corda dorsale* o cordone vertebrale (*chorda dorsalis*). Negli infimi vertebrati, nell'*Amphioxus*, essa rimane per tutta la vita in questa semplicissima forma e rappresenta permanentemente tutto lo scheletro interno (fig. 201, *i;* tav. XI, fig. 15). Ma anche nei tunicati, in questi più prossimi consanguinei dei vertebrati, noi incontriamo già la stessa corda dorsale; transitoriamente nella caduca coda larvale delle ascidie (tav. X, fig. 5, *ch*); permanentemente nei copelati (fig. 230, pag. 319). Indubbiamente tanto questi tunicati come quegli acranii avevano già ereditato quella corda dorsale da una forma-stipite comune inarticolata; e questi antichissimi e da gran tempo estinti progenitori di tutti i cordati sono i nostri ipotetici *procordati* o *procordonii*.

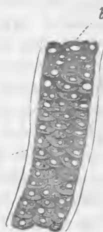


Fig. 347. Un pezzo di corda dorsale da un embrione di pecora.

a) Guaina cuticolare; *b*) Cellule. Da Kölliker.

Molto prima che nell'embrione dell'uomo e di tutti i superiori vertebrati sia visibile una traccia del cranio, delle estremità, ecc., in quella prima epoca in cui tutto il corpo non è da altro rappresentato che dal sandaliforme scudo embrionale, appare nella linea mediana di quest'ultimo, immediatamente sotto all'ectoblastico solco midollare, la semplice, endoblastica corda dorsale (cfr. figg. 80 a 83 e 124-132; poi tavole IV e V, *ch*). La corda in forma di bastone assile cilindrico di consistenza elastica ma tuttavia resistente corre per l'asse longitudinale del corpo ugualmente appuntita all'avanti ed all'indietro. Dappertutto la corda nasce dalla parete dorsale dello intestino primitivo; le cellule che la compongono (fig. 347, *b*) appartengono dunque all'endoblasto (figg. 215 226). Già di buon'ora la corda si avvolge di una cuticola omogenea, una guaina trasparente, amorfa che è secreta dalle sue stesse cellule (fig. 347, *a*). Questo *chordolemma* viene spesso chiamato « guaina interna della corda » e non si deve scambiare colla vera, esterna guaina della corda, colla mesoblastica *perichorda*.

Ora al posto di questo semplicissimo *inarticolato* asse scheletrico primario sottentra presto l'*articolato* asse scheletrico secondario che noi chiamiamo « colonna vertebrale ». Da ambo i lati della corda si differenziano dalla parte più interna, mediale, del foglietto viscerale delle tasche celomiche i cordoni protovertebrali o « lamine protovertebrali » (cfr. figure 125-131). Crescendo dai due lati attorno alla corda ed includendola, essi formano la *lamina scheletrica* o *strato scheletrogeno*, cioè lo « strato cellulare formante lo scheletro » il quale fornisce il substrato della permanente colonna vertebrale e del cranio (*scleroblasto*). Nella metà cefalica dell'embrione la lamina scheletrica rimane uno strato continuo, semplice, indiviso e si allarga presto a formare una vescica delle sottili pareti che include il cervello, cioè il *cranio* primordiale. Nella metà troncale invece la lamina protovertebrale si scinde in una quantità di pezzi omogenei, simili a dadi, collocati l'un dietro l'altro; questi sono le singole *protovertebre*. Il numero di esse è sulle prime molto piccolo ma presto cresce rapidamente coll'allungarsi che fa l'embrione all'indietro (figg. 305-307, pag. 464). Le prime e più antiche protovertebre sono le vertebre cervicali anteriori; poi si formano le vertebre cervicali posteriori, in seguito le prime vertebre toraciche e così via, infine si formano le vertebre caudali posteriori. Questo successivo

accrescimento ontogenetico della colonna vertebrale in direzione dall'avanti allo indietro si spiega filogeneticamente colla ragione che il vertebrato multiarticolato si deve considerare come un prodotto secondario, nato per sempre crescente formazione di metameri, o vertebrazione, da una forma-stipite originariamente inarticolata.

Come abbiamo già spesso fatto notare precedentemente, questa *vertebrazione* o « metameria interna » ha una grandissima importanza pel superiore sviluppo morfologico e fisiologico dei vertebrati (cfr. pagg. 240, 254, 364). Infatti quest'interna metameria al tutto diversa dalla esterna articolazione degli articolati, non si limita per nulla alla colonna vertebrale, ma interessa pure in pari misura il sistema muscolare, il sistema nerveo, il sistema vascolare, ecc. Essa riguarda anzitutto il sistema muscolare e solo più tardi si manifesta nel sistema scheletrico. Anzi questa cosidetta « protovertebra » in fatto è molto più che il mero abbozzo di una futura vertebra. Solo la sua parte più interna immediatamente adiacente alla corda dorsale ed al tubo midollare viene impiegata, come *sclerotomo*, alla vera formazione di vertebre, mentre la sua massa principale forma la lamina muscolare (*miotomo*). Come le vertebre propriamente dette nascano dalla lamina scheletrica delle protovertebre l'abbiamo già visto precedentemente. Le due metà laterali di ciascuna protovertebra, originariamente separate e collocate a destra e sinistra della corda vengono ad unirsi fra loro. Gli angoli ventrali delle due metà i quali si incontrano *sotto* al tubo midollare avvolgono la corda e così formano la base dei *corpi delle vertebre*. Gli spigoli dorsali che si riuniscono *sopra* al tubo midollare formano l'abbozzo degli *archi vertebrali superiori* (cfr. figg. 138-141, pag. 228; come pure tav. VI, figg. 3-8).

In tutti i cranioti le molli, indifferenti cellule del mesoderma che compongono in origine la lamina scheletrica si trasformano più tardi per la massima parte in cellule cartilaginee le quali secernono fra loro una salda ed elastica sostanza intermedia, « sostanza intercellulare », che si interpone fra loro e generano tessuto cartilagineo. Come il più delle altre parti scheletriche così anche gli abbozzi membranacei delle vertebre passano presto allo stato cartilagineo, e nei vertebrati superiori sottentra più tardi al posto del tessuto cartilagineo il rigido tessuto osseo colle sue peculiari cellule ossee stellate (fig. 6, pag. 82). Il primario, originale scheletro assile si conserva per tutta la vita, come semplice corda, negli acranii, nei ciclostomi e nei pesci inferiori. Nel più degli altri vertebrati la corda viene più o meno respinta e sostituita dal tessuto cartilagineo della secondaria pericorda che cresce attorno ad essa. Nei cranioti inferiori (segnatamente pesci) una parte più o meno vistosa della corda resta conservata nel corpo della vertebra. Nei mammiferi invece essa in massima parte scompare. Già al fine del secondo mese la corda nell'embrione umano non appare più che come un sottile filamento che corre per l'asse della grossa, cartilaginea colonna vertebrale (fig. 348, *ch*). Negli stessi corpi cartilaginei delle vertebre che più tardi si ossificano il tenue resto della corda scompare presto completamente (fig. 349, *ch*). Invece negli elastici « dischi intervertebrali » che si sviluppano fra due corpi vertebrali della lamina scheletrica (fig. 348, *li*) un residuo della corda si conserva per tutta la vita. Nel bambino neonato è visibile in ciascun disco intervertebrale una grande cavità piriforme che è ripiena di una massa cellulare gelatinosa (fig. 350, *a*). Sebbene meno nettamente delimitato, questo « nucleo gelatinoso » degli elastici dischi cartilaginei persiste tuttavia per tutta la vita in tutti i mammiferi, mentre negli uccelli e nel più dei rettili scompare anche l'ultimo resto della corda. Nell'ulteriore ossificazione della vertebra cartilaginea il primo deposito di sostanza ossea (il « primo

nucleo osseo ») si forma nel corpo vertebrale immediatamente attorno al resto della corda e presto sostituisce interamente quest'ultima. Allora si forma uno speciale « nucleo osseo » in ciascuna metà del cartilagineo arco vertebrale. Solo dopo la nascita l'ossificazione progredisce tant'oltre che i tre nuclei ossei si ravvicinano. Nel primo anno le due metà ossee degli archi si fondono insieme ma non è che molto più tardi, nel secondo fino all'ottavo anno, che esse si collegano coll'osseo corpo della vertebra.

In modo affatto simile alla colonna vertebrale ossea del tronco si sviluppa anche il *cranio* osseo (*cranium*), la parte cefalica dello scheletro assile secondario. Come il canale vertebrale della prima circonda e protegge il midollo spinale, così anche il cranio forma un invoglio osseo pel cervello, e poichè il cervello non è che la parte cefalica peculiarmente differenziata (come il midollo spinale è la parte più lunga,

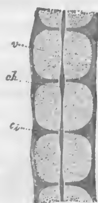


Fig. 348.

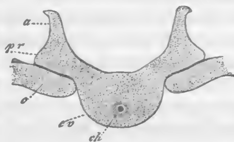


Fig. 349.

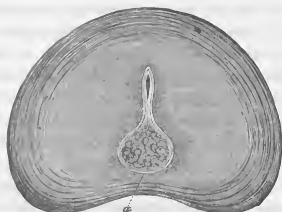


Fig. 350.

Fig. 348. — Tre vertebre toraciche di un embrione umano di otto settimane, in sezione longitudinale laterale: *v*) Corpo vertebrale cartilagineo; *li*) Disco intervertebrale; *ch*) Corda dorsale. Da Kölliker.

Fig. 349. — Una vertebra toracica dello stesso embrione, in sezione laterale trasversa: *cv*) Corpo vertebrale cartilagineo; *ch*) Corda; *pr*) Apofisi trasversa; *a*) Arco vertebrale (arco superiore); *c*) Capo superiore della costa (arco inferiore). Da Kölliker.

Fig. 350. — Disco intervertebrale di un bambino neonato, in sezione trasversa: *a*) Resto della corda. Da Kölliker.

troncale) del tubo midollare primitivamente omogeneo, così noi dovremo aspettarci già *a priori* che anche l'invoglio osseo del primo si mostrerà come una speciale modificazione dell'invoglio di quest'ultimo. In vero se si osserva isolatamente il cranio umano adulto (fig. 351) non si concepirà come esso possa non essere che la parte anteriore modificata della colonna vertebrale. Qua infatti noi troviamo un vasto e complicato edificio osseo che è composto di non meno di venti ossa di differentissima forma e grandezza. Sette di queste ossa craniane formano l'ampia capsula che rinchiude il cervello e nella quale noi distinguiamo inferiormente la robusta, ventrale *base del cranio* (*basis cranii*) e superiormente la *vôlta del cranio* (*fornix cranii*) fortemente convessa. Le tredici ossa rimanenti formano il « cranio facciale », che presenta sopratutto gli invogli ossei degli organi superiori di senso e nello stesso tempo, quale « impalcatura mascellare », circonda l'entrata del canal digerente. Al fondo del cranio è articolata la mascella inferiore (considerata per solito come 21° osso). Dietro alla mascella inferiore noi troviamo nascosto nella radice della lingua l'osso ioide che come la mandibola è nato dagli archi branchiali e perciò è come essa una parte degli archi inferiori i quali, come costole cefaliche, si sono originariamente sviluppati al lato ventrale della base del cranio.

Ora sebbene il cranio sviluppato dei vertebrati superiori pel suo peculiarissimo aspetto, la sua molto più considerevole grandezza e per la sua composizione tanto maggiormente complessa non sembri aver nulla che fare colle comuni vertebre, tuttavia già fin dallo scorcio del secolo passato l'antica anatomia venne nel giusto pensiero che il cranio in origine non sia poi altro che una serie di vertebre modificate. Quando Goethe nell'anno 1790 « dalla sabbia del dunoso cimitero israelitico di Venezia raccolse un teschio fracassato di montone, egli scorse immediatamente che le ossa della faccia si debbano parimente derivare da vertebre (come le tre posteriori vertebre craniane) ». E quando l'Oken (senza sapere della scoperta di Goethe) nell'anno 1806 presso all'Ilsenstein, sulla via del Brocken, trovò « il più bel cranio imbiancato di una cerva, gli corse come un fulmine per le ossa: è una colonna vertebrale » (179).

Questa famosa « teoria vertebrale del cranio » ha da un secolo in qua interessato i più eminenti zoologi; i più segnalati campioni dell'anatomia comparata hanno esercitato la loro perspicacia alla soluzione di questo filosofico « problema del cranio » ed anche più ampie cerchie vi hanno preso interesse. Ma solo nell'anno 1872 è riuscita la felice soluzione di esso dopo sette anni di lavoro a quell'anatomo comparativo che per la ricchezza delle sue cognizioni empiriche, e per la critica e profondità delle sue speculazioni filosofiche di tanto sopravanza tutti gli altri rappresentanti di questa scienza. Carlo Gegenbaur nelle sue classiche *Ricerche sull' anatomia comparata dei vertebrati* (nel terzo fascicolo) ha riconosciuto nello *scheletro cefalico dei selaci* quel documento che solo è in grado di dare base definitiva alla teoria vertebrale del cranio. L'antica anatomia comparata era erroneamente partita dal cranio sviluppato di mammifero ed aveva paragonato le singole ossa che lo compongono coi singoli elementi della vertebra; essa credeva per questa via di poter dimostrare che il cranio sviluppato di mammifero sia composto di tre o sei vertebre primitive. L'ultima di queste « vertebre craniane » avrebbe dovuto essere l'osso occipitale (la « vertebra occipitale »). Una seconda vertebra (« vertebra parietale ») sarebbe stata formata dallo sfenoide posteriore colle ossa parietali; una terza (« vertebra frontale ») dallo sfenoide anteriore e dall'osso frontale. Persino nelle ossa dello scheletro craniano si credette ancora di trovare gli elementi di vertebre craniane anteriori. Però l'acuto anatomico inglese Huxley oppose per primo, con ragione, che questo cranio osseo si sviluppa in origine da una semplice vescica cartilaginea, che in questo semplice cartilagineo « cranio primitivo » non si può riconoscere traccia di una composizione da parti vertebriformi. Lo stesso vale per tutta la vita pel cranio degli infimi e più antichi cranioti, i ciclostomi e selaci. Qui il cranio rimane persistentemente nella forma di una semplicissima capsula cartilaginea, di « cranio primordiale » inarticolato. Ora se quell'antica teoria craniana, quale dopo Goethe ed Oken, era mantenuta dal più degli anatomi comparativi, fosse giusta, dovrebbe appunto in questi infimi cranioti, e così pure nell'embrione dei cranioti superiori, risultare nel modo più chiaro la composizione del « cranio primordiale » da una serie di distinte « vertebre craniane ».

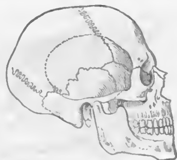


Fig. 351. — Cranio umano dal lato destro.

Basta questa considerazione semplice ed ovvia, che tuttavia non fu fatta valere in modo conveniente prima dell'Huxley, a confutare questa celebre « teoria vertebrale del cranio », quale l'intendeva l'antica anatomia comparata. Ma ciò non ostante rimane la sua giusta idea fondamentale, l'opinione che il cranio sia nato per differenziamento

e particolare trasformazione della parte cefalica dell'asse scheletrico pericordale alla stessa guisa che il cervello è nato dalla parte cefalica del semplice tubo midollare. Si trattava ora di trovare la retta via per la quale si potesse empiricamente fondare quest'ipotesi filosofica, e l'avere scoperto questa via fu merito del Gegenbaur (180). Egli battè dapprima la via *filogenetica* che qui come in tutte le altre questioni morfologiche conduce più sicuramente alla meta. Egli mostrò che i pesci *primitivi* o *selaci* (figg. 252-255, pagg. 388-390), forme stipiti di tutti i gnatostomi, conservano permanentemente anche oggidì nella loro costituzione craniana quella forma di cranio primordiale dalla quale è nato filogeneticamente il cranio modificato dei vertebrati superiori e perciò anche dell'uomo. Egli mostrò poi che gli archi branchiali dei selaci lasciano vedere che il loro cranio primordiale è composto in origine da un gran numero di vertebre primitive — almeno da 9 a 10 — e che i nervi cerebrali i quali partono dalla base del cervello confermano interamente questo fatto. Questi nervi cerebrali, ad eccezione del primo e secondo paio, cioè del nervo olfattivo e del nervo ottico, sono puramente nervi spinali modificati, che nella loro distribuzione periferica sono essenzialmente uguali a questi ultimi. L'anatomia comparata di questi nervi cerebrali, della loro origine e della loro distribuzione fa parte dei più validi argomenti a favore della nuova teoria vertebrale del cranio.

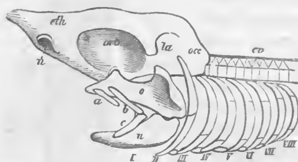


Fig. 352. — Scheletro cefalico di un selace.

n) Fossa nasale; *eth*) Regione etmoidale; *orb*) Cavità orbitale; *la*) Parete del labirinto; *occ*) Regione occipitale del cranio primitivo; *cv*) Colonna vertebrale; *a*) Cartilagine labiale anteriore; *bc*) Posteriore; *o*) Mascella superiore primitiva (*Palato-quadratum*); *u*) Mandibola primitiva: II. Arco ioidale. III-VIII. Primo a sesto arco branchiale. Da Gegenbaur.

Troppo lungi ci condurrebbe il voler qui entrare nei particolari di questa ingegnosa teoria craniana del Gegenbaur, ed io devo contentarmi di rimandarvi alla segnalata opera che ho già citato, nella quale troverete la sua compiuta dimostrazione empirico-filosofica. Un breve riassunto ne contiene il *Manuale di anatomia comparata* dello stesso morfologo. Il Gegenbaur considera qui come primitive « costole craniane » od « archi inferiori delle vertebre craniane » nel cranio dei selaci (fig. 352) da ciascun lato le seguenti paia di archi: 1° e 2° *due cartilagini labiali* delle quali l'anteriore (*a*) non è composta che da un pezzo superiore, la posteriore (*bc*) da un pezzo superiore ed uno inferiore; 3° l'*arco mascellare* formato parimente da due pezzi per parte: dalla mascella superiore primitiva (*os palatoquadratum*, *o*) e dalla mandibola primitiva (*u*); 4° l'*arco ioideo* (II); infine 5°-10° sei *veri archi branchiali* in stretto senso (III-VIII). Dai rapporti anatomici di queste 9-10 coste craniane od « archi vertebrali inferiori » e dei nervi cerebrali che si distribuiscono su di esse, risulta che il cartilagineo ed apparentemente semplice « cranio primordiale dei selaci » è nato in origine da altrettanti (almeno nove!) somiti o protovertebre. Ma il saldamento e la fusione di questi protosegmenti, a formare un'unica capsula, sono di sì remota antichità che presentemente, per la « legge dell'eredità abbreviata », la loro originaria distinzione sembra essere svanita; nell'ontogenesi essa non si può più scorgere affatto o solo, e difficilmente, in oscure traccie. Recentemente si crede di aver dimostrato ancora nella parte anteriore (precordale) del cranio dei selaci parecchie ossa (3-6) rudimentali di protovertebre, cosicchè il numero dei somiti craniani salirebbe a 12-16 ed anche più.

Nel *cranio primordiale dell'uomo* (fig. 353) e di tutti i vertebrati superiori, che filogeneticamente è nato dal cranio primordiale dei selaci, si trovano per verità in un certo periodo precoce di sviluppo cinque divisioni poste l'una dietro all'altra che si potrebbe essere tentati di riferire a cinque protovertebre primitive; ma queste cinque sezioni sono sôrte semplicemente per adattamento alle cinque ampolle craniane primitive e, come queste, corrispondono piuttosto ad un numero maggiore di metameri. Che in questo cranio primitivo dei mammiferi si abbia già un organo molto modificato e trasformato, e per nulla una struttura primitiva, lo dimostra anche la circostanza che l'inizio originariamente membranaceo di esso solo alla base e lateralmente passa in massima parte allo stato cartilagineo mentre alla vôlta craniana si conserva membranoso. Qui le ossa del futuro cranio si sviluppano come ossa esterne di rivestimento sulla base membranosa senza che, come avviene alla base del cranio, preceda uno stadio cartilagineo. Così in generale gran parte delle ossa del cranio sono nate in origine, come ossa protettrici, dall'esterno *corio*, e solo secondariamente sono venute in più stretto rapporto col cranio. Come quel semplicissimo abbozzo primordiale del cranio primitivo nell'uomo si formi ontogeneticamente dalle « *lamine cefaliche* » e come in tal modo l'estremità anteriore della corda rimanga inclusa nella base del cranio l'abbiamo già visto precedentemente (cfr. fig. 147, pag. 243, come pure tav. XVII).

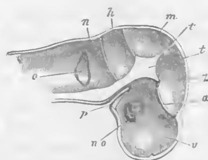


Fig. 353. — Cranio primitivo dell'embrione umano di quattro settimane, tagliato verticalmente e considerata dallo interno la metà sinistra.

v, z, m, h, n) Le cinque fosse della cavità craniana, nelle quali giaciono le cinque ampolle cerebrali (cervello anteriore, intermedio, mediano, posteriore e terminale); *o*) Vescicola uditiva primaria piriforme (per trasparenza); *a*) Occhio (per trasparenza); *n o*) Nervo ottico; *p*) Canale dell'ipofisi; *t*) Pilastro medio del cranio. Da Kölliker.

Anche dell'evoluzione degli *archi branchiali* che noi dunque dobbiamo ora considerare come vere *coste cefaliche* l'essenziale vi è noto (figg. 321-325, pag. 481; tavole VI-IX). Dei *quattro* archi branchiali che primitivamente si abbozzano nei mammiferi il primo giace fra l'apertura boccale primitiva e la prima fessura branchiale. Dalla base di questo *primo arco branchiale* si produce l'« apofisi sopramascellare » che nel modo già descritto precedentemente si riunisce da ambo i lati coi processi nasali interno ed esterno, e forma la parte più importante dell'impalcatura della mascella superiore (ossa palatine, ossa pterigoidi, ecc., cfr. pag. 482, tavole I, XX). La rimanente parte del primo arco branchiale che in opposizione all'altra si chiama « apofisi inframascellare » forma dalla sua base due ossicini dell'udito (martello ed incudine) e pel resto si trasforma in una lunga striscia cartilaginea che, dal suo scopritore, si chiama « cartilagine di Meckel ». Alla superficie esterna di quest'ultima si forma come « osso tegumentare » od « osso di rivestimento » (dal materiale cellulare della lamina dermica) la permanente mandibola ossea. Dalla parte prossimale o basale del *secondo arco branchiale* nasce nei mammiferi il terzo ossicino dell'udito, la staffa; e dalle parti seguenti segnatamente: il muscolo della staffa, l'apofisi stiloide del temporale, il legamento stilo-ioideo ed il corno minore dell'ioide. Infine il *terzo arco branchiale* diventa cartilagineo solo nella parte anteriore, e qui nasce dalla riunione delle sue due metà il corpo dell'ioide (la *copula hyoidea*) e a cadun lato il corno maggiore di esso. Il *quarto arco branchiale* nell'embrione dei mammiferi non appare che transitoriamente come organo embrionale rudimentale senza che da esso si sviluppino parti speciali; e degli archi branchiali posteriori

(quinto e sesto paio) che esistono permanentemente nei selaci, nell' embrione dei vertebrati superiori non si può addirittura trovare più traccia. Questi sono andati perduti da molto tempo. Anche le *quattro fessure branchiali* dell'embrione umano non hanno interesse che come organi rudimentali transitorii che presto saldandosi scompaiono. Solo la prima fessura branchiale (fra il primo e il secondo arco branchiale) ha importanza durevole poichè da essa si sviluppa la cavità timpanica insieme colla tromba di Eustachio (cfr. fig. 334, pag. 491, e fig. 388, pag. 493).

Come Carlo Gegenbaur colle sue esemplari *Ricerche sull'anatomia comparata dei vertebrati* ci permise pel primo di comprendere rettamente il cranio ed i suoi rapporti colla colonna vertebrale, così egli sciolse anche il non meno difficile ed interessante problema di derivare filogeneticamente da una stessa forma-stipite lo *scheletro delle estremità* in tutti i vertebrati. Poche parti del corpo sono nei diversi vertebrati, in seguito a svariati adattamenti, soggette a così infinite modificazioni in quanto riguarda la forma, la grandezza, le disposizioni acconcie a determinati scopi, come gli arti od estremità; e tuttavia noi siamo ora in grado di ricondurle tutte ad una stessa forma fondamentale ereditaria. In generale, riguardo alla costituzione delle estremità noi possiamo fra i vertebrati distinguere tre grandi divisioni primarie (pag. 396). Gli infimi e più antichi vertebrati, gli acranii e, fra i cranioti, quelli privi di mascelle erano ancora, come i loro invertebrati progenitori, al tutto *privi di estremità pari*, come ce lo testimoniano anche oggidì l'*Amphioxus* ed i ciclostomi (*adactylia*, figg. 201, 251). Un secondo gruppo primario è formato dalle due classi dei veri pesci e dei dipneusti; qui sono in origine presenti dappertutto *due paia di estremità laterali pari*, e ciò in forma di *pinne natatorie polidattile*, un paio di pinne pettorali o zampe anteriori ed un paio di pinne ventrali o zampe posteriori (*polydactylia*, figg. 252-261). Infine il terzo gruppo primario vien formato dalle tre classi superiori di vertebrati, anfibii, rettili, uccelli e mammiferi; qui sono presenti in origine le stesse *due paia di zampe*, ma in forma di *piedi pentadattili* Spesso sono sviluppate meno di cinque dita, talora i piedi stessi sono al tutto regressi. Ma l'originaria forma-stipite dell'intero gruppo possedeva anteriormente e posteriormente cinque dita (*pentadactylia*, figg. 262-292).

Per la *filogenesi delle estremità* risulta dunque dalla loro anatomia comparata che esse sono note dapprima nei pesci e precisamente nei più antichi *pesci primitivi*. Da questi selaci esse si sono trasmesse in eredità a tutti i vertebrati superiori, dapprima quali *polidattile* pinne natatorie, più tardi come piedi a *cinque dita*. L'estremità anteriore, la *pinna pettorale* o zampa anteriore è in origine foggiata allo stesso modo che l'estremità posteriore, la pinna ventrale o zampa posteriore. In quest'ultima come nella prima noi possiamo far distinzione fra l'estremità propriamente detta liberamente sporgente all'esterno ed il *cingolo* nascosto nell'interno per mezzo del quale essa è attaccata alla colonna vertebrale: anteriormente cingolo scapolare, posteriormente cingolo pelvico.

La vera forma primitiva delle estremità pari, come la possedevano i più antichi pesci primitivi durante il periodo siluriano, ce la mostra anche oggidì perfettamente conservata l'antico dipnoo d'Australia, il rimarchevole *Ceratodus* (fig. 261, pag. 397). La pinna pettorale, tanto come la pinna ventrale, è qui una paletta rematoria piatta ovale nella quale noi troviamo uno scheletro cartilagineo *pinnato* o biseriale (fig. 354). Questo risulta in primo luogo da un robusto asse pinnale o « tronco » articolato (A B), e poi da una doppia serie di sottili *raggi pinnali* articolati (o *radii r,r*) i quali si

adattano ai due lati dello stipite, come le pinne di una foglia pennata. Questa *pinna primitiva*, che fu per la prima volta riconosciuta dal Gegenbaur e da lui chiamata *archipterygium*, è fissata per mezzo di un semplice cingolo in forma di un arco cartilagineo alla colonna vertebrale. Probabilmente essa è nata da un arco branchiale (181).

Questa pinna primitiva biseriale, or più or meno compiutamente conservata, la troviamo anche nei resti pietrificati dei più antichi selaci (fig. 252), ganoidi (fig. 257) e dipneusti (fig. 260). Anche in alcuni pescicani e razze dell'età presente essa, in forma più o meno modificata, appare ancora. Ma nella maggioranza dei selaci essa è già essenzialmente in regresso pel fatto che i radii di un lato dello stipite vanno in

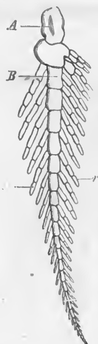


Fig. 354.

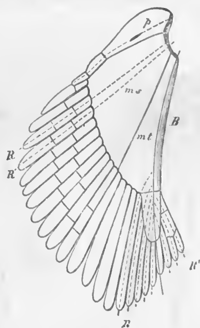


Fig. 355.

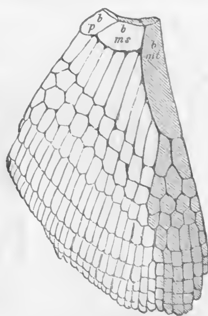


Fig. 356.

Fig. 354. — Scheletro della pinna pettorale del *Ceratodus* (archipterigio o scheletro pinnato biseriale). — *A*, *B*, Serie delle cartilagini dello stipite della pinna; *r r*) Radii o raggi della pinna. Da Günther.

Fig. 355. — Scheletro della pinna pettorale d'un antico selace (*Acanthias*). — I radii dell'orlo mediale della pinna (*B*) sono in massima parte scomparsi; solo pochi (*R'*) rimangono. *R*, *R*, Radii del margine laterale della pinna; *m t*) *Metapterygium; m s*) *Mesopterygium; p*) *Propterygium*. Da Gegenbaur.

Fig. 356. — Scheletro della pinna pettorale di un selace recente. — I radii dell'orlo mediale della pinna sono interamente scomparsi. La parte adombrata a destra è quella che si continua nella mano a cinque dita dei vertebrati superiori. *b*) I tre pezzi basali della pinna; *m t*) Metapterigio, abbozzo dell'omero; *m s*) Mesopterigio; *p*) Propterigio. Da Gegenbaur.

parte o totalmente perduti e sono conservati solo all'altro lato di esso (fig. 355). Così si ha la natatoia *semipinnata* od uniseriale che dai selaci si è ereditata a tutti gli altri pesci (fig. 356).

Come da questa natatoia semipinnata dei pesci sia nata la zampa a cinque dita degli anfibii (fig. 357) che si trasmise in eredità alle tre classi di amnioti ce l'ha insegnato il Gegenbaur. In quei dipneusti che formano gli stipiti degli anfibii caddero poco alla volta in regresso anche i raggi dell'altro lato dell'asse della pinna, ed in massima parte andarono perduti (le cartilagini che nella figura 356 sono tenute in bianco). Rimasero conservati solo i quattro raggi più bassi (ombreggiati), e questi sono le quattro dita interne del piede (primo e quarto dito). Il mignolo o quinto dito nacque invece dall'estremità inferiore dello scapo. Dalla parte mediana e superiore dell'asse della pinna si sviluppò il lungo peduncolo dell'arto, che nei vertebrati superiori è così spiccatamente distinto come avambraccio (fig. 357 *r* ed *u*) e braccio (*h*) (risp. gamba e coscia). (Cfr. colla fig. 357 la nota 185 in appendice).

Così per graduale regresso e differenziamento sorse dalla pinna polidattila di pesce il piede pentadattilo degli anfibi che noi incontriamo dapprima negli stegocefali carboniferi (fig. 262) e che di lì si è trasmesso in eredità da una parte ai rettili, dall'altra ai mammiferi su fino all'uomo (fig. 359). Colla riduzione dei raggi della pinna sino a quattro fu contemporaneo l'ulteriore differenziamento dello scapo, la sua articolazione trasversale in metà superiore ed inferiore, e la trasformazione del cingolo che nei vertebrati superiori è composto in origine anteriormente e posteriormente da tre ossa. Il semplice arco del primitivo cingolo scapolare si scinde infatti da ciascun lato in un pezzo superiore (dorsale), la scapola (*scapula*) ed in un pezzo inferiore (ventrale); la parte anteriore di quest'ultimo forma il procoracoide (*procoracoideum*) e la parte

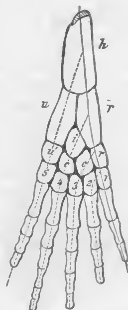


Fig. 357.

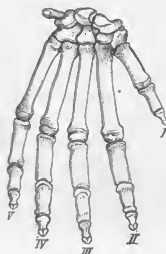


Fig. 358.

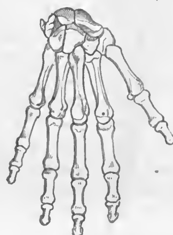


Fig. 359.

Fig. 357. — Scheletro della zampa anteriore di un anfibio. — *h*) Omero; *ru*) Radio ed ulna; *rcicu*) Ossa carpali della prima serie: *r*) Radiale, *i*) Intermedium, *c*) Centrale, *u*) Ulnare; 1-5) Ossa carpali della seconda serie. Da Gegenbaur. Cfr. la nota 185 in appendice.

Fig. 358. — Scheletro della mano del gorilla. Da Huxley.

Fig. 359. — Scheletro della mano dell'uomo, lato dorsale. Da Meyer.

posteriore il coracoide (*coracoideum*). In modo al tutto corrispondente anche il semplice arco del cingolo pelvico si differenzia in un pezzo superiore (dorsale), l'osso iliaco (*os ilium*) ed in un pezzo inferiore (ventrale); la parte anteriore di quest'ultimo forma l'osso pubico (*os pubis*), la posteriore l'osso ischiatico (*os ischii*). Come queste tre parti del cingolo pelvico corrispondano a quelle del cingolo scapolare ce lo mostra la 42ª tabella (pag. 502). Quest'ultimo però possiede inoltre ancora nella secondaria clavicola (*clavicula*) un quarto osso (in origine osso cutaneo di rivestimento) che manca al primo (cfr. Gegenbaur, 182).

Come pel cingolo, anche pel peduncolo delle estremità la corrispondenza fra l'arto anteriore ed il posteriore è in origine affatto completa. La prima sezione del peduncolo non è ancora sostenuta che da un solo osso robusto; anteriormente dall'omero (*humerus*), posteriormente dal femore (*femur*). La seconda sezione invece contiene due ossa: anteriormente il radio (*radius*, *r*) e l'ulna (*ulna*, *u*), posteriormente la tibia (*tibia*) e la fibula (*fibula*). (Cfr. gli scheletri figg. 262, 267, 272, 286-290 e 342). Anche i susseguenti numerosi ossicini del carpo (*carpus*) e del tarso (*tarsus*) hanno davanti e di dietro lo stesso corrispondente ordinamento, e così pure le cinque

ossa del metacarpo (*metacarpus*) e del metatarso (*metatarsus*). Lo stesso vale anche infine per le cinque dita che vi sono annesse, le quali, nella loro caratteristica composizione da una serie di pezzi ossei, mostrano anteriormente e posteriormente gli stessi rapporti. Come le parti delle zampe anteriori (*carpomela*) si debbano nei loro particolari paragonare alle parti delle zampe posteriori (*tarsomela*) lo ha estesamente spiegato Carlo Martins di Montpellier (183).

Se noi dunque impariamo così dall'anatomia comparata che lo scheletro delle estremità dell'uomo è composto delle stesse ossa, nella stessa guisa come lo scheletro delle quattro classi superiori di vertebrati, noi dovremmo già da ciò solo concluderne la comune discendenza di essi da un unico stipite comune. Questa forma-stipite fu

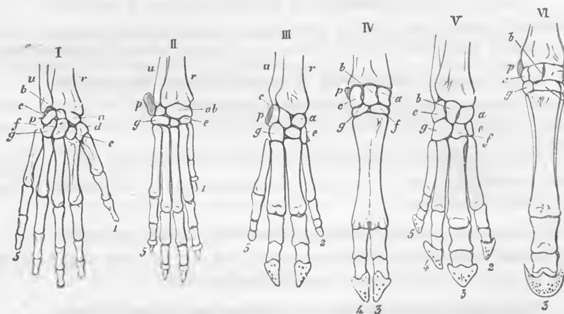


Fig. 360. — Scheletro della mano o del piede anteriore di un mammifero.

I. Uomo; II. Cane; III. Porco; IV. Bue; V. Tapiro; VI. Cavallo; *r*) Radio; *u*) Ulna; *a*) *Scaphoideum; b*) *Lunare; c*) *Triquetrum; d*) *Trapezium; e*) *Trapezoide; f*) *Capitatum; g*) *Hamatum; p*) *Pisiforme;* 1. Pollice; 2. Indice; 3. Medio; 4. Annulare; 5. Mignolo. Da Gegenbaur.

il più antico *anfibio* che possedette anteriormente e posteriormente *cinque dita* a ciascun piede. Certamente sopratutto la sezione più esterna delle estremità è notevolmente modificata dall'adattamento a diverse condizioni di vita. Pensate solo alla differenza che essa presenta entro alla classe dei mammiferi. Li abbiamo le une di fronte agli altri le esili gambe del veloce cervo e le robuste zampe saltatrici del canguro, i piedi rampicanti del bradipo e le pale scavatrici della talpa, le pinne natatorie della balena e le ali del pipistrello. Per certo ognuno confesserà che questi organi locomotori, per ciò che è della grandezza, della forma e della speciale funzione, sono tanto diversi quanto appena si può immaginare. E tuttavia l'interna impalcatura ossea è in tutti essenzialmente la stessa. E tuttavia in tutte queste diverse zampe noi troviamo sempre le stesse ossa caratteristiche nella stessa connessione essenziale, rigorosamente ereditaria, testimonianza tale in favore della teoria della discendenza, che più brillante l'anatomia comparata non la può forse dare per verun altro organo (cfr. tav. XVIII e tav. XIX, come pure le loro spiegazioni in appendice). Per vero lo scheletro degli arti in diversi mammiferi oltre agli speciali adattamenti subisce pure molteplici atrofie e regressi (fig. 360). Così noi troviamo già nel piede anteriore (o mano) del cane (II) regresso il primo dito cioè il pollice. Nel porco (III) e nel tapiro (V) esso è al tutto sparito. Nei ruminanti (per esempio, nel bue, fig. 10) sono inoltre regressi

QUARANTATREESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi dello scheletro umano.

Primo periodo: SCHELETRO DI PROCORDONIO (fig. 230, pag. 319).

Lo scheletro è formato solo dalla corda dorsale.

Secondo periodo: SCHELETRO DI ACRANIO (fig. 201, pag. 287).

Attorno alla corda si forma una mesodermica guaina della corda (*perichorda*), il suo prolungamento dorsale è un invoglio del tubo midollare.

Terzo periodo: SCHELETRO DI CICLOSTOMO (fig. 16, tav. XI).

All'estremità anteriore della corda si forma dalla guaina della corda un cranio primordiale cartilagineo. Attorno alle branchie si forma un cartilagineo scheletro branchiale esterno.

Quarto periodo: SCHELETRO DI PROSELACE (fig. 252, pag. 388).

Attorno alla corda si forma una colonna vertebrale primitiva. Resti dell'esterno scheletro branchiale si conservano a lato dell'interno. Appaiono due paia d'arti con scheletro pinnato (biseriale).

Quinto periodo: SCHELETRO DI SELACE (fig. 255, pag. 390).

Gli archi branchiali anteriori si trasformano in cartilagini labiali ed archi mascellari. Si perde l'esterno scheletro branchiale.

Sesto periodo: SCHELETRO DI GANOIDE (fig. 257, pag. 391).

Si sviluppano i corpi vertebrali. Il cranio in parte si ossifica, così pure i cingoli scapolare e pelvico. Lo scheletro delle due paia di pinne diviene uniseriato.

Settimo periodo: SCHELETRO DI DIPNEUSTO (fig. 261, pag. 397).

Progredisce l'ossificazione del cranio facciale e delle estremità.

Ottavo periodo: SCHELETRO DI ANFIBIO (fig. 262, pag. 402).

Gli archi branchiali si trasformano in parti dell'ioide e dell'apparato mascellare. Nello scheletro uniseriale delle pinne spariscono i raggi ad eccezione di quattro, dal che si origina il piede pentadattile.

Nono periodo: SCHELETRO DI RETTILE (fig. 267, pag. 411).

Il cranio osseo si sviluppa ulteriormente, l'ossea vôlta palatina separa la cavità nasale e la cavità boccale.

Decimo periodo: SCHELETRO DI MONOTREMO (fig. 272, pag. 418).

Colonna vertebrale, cranio, apparato mascellare e scheletro degli arti acquistano i caratteri determinati dei mammiferi.

Undicesimo periodo: SCHELETRO DI MARSUPIALE (fig. 274, pag. 421).

L'osso coracoide al cingolo toracico cade in regresso e il suo resto si fonde colla scapola.

Dodicesimo periodo: SCHELETRO DI PROSCIMMIA (fig. 276, pag. 429).

Le ossa marsupiali che distinguono i monotremi e marsupiali si perdono. Le zampe gressorie diventano rampicatrici.

Tredicesimo periodo: SCHELETRO DI ANTROPOIDE (figg. 286-290, pag. 441).

Lo scheletro raggiunge quello speciale sviluppo che l'uomo condivide esclusivamente colle scimmie antropoidi.

QUARANTAQUATTRESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi della muscolatura umana.

Primo periodo: **MUSCOLATURA DI PLATODE** (Turbellari).

Un tubo muscolare cutaneo primario si sviluppa dal mesoderma, immediatamente sotto al tegumento.

Secondo periodo: **MUSCOLATURA DI ELMINTO** (Enteropneusti).

Dalla parete delle semplici tasche celomiche pari si sviluppa un paio di semplici muscoli troncali inarticolati.

Terzo periodo: **MUSCOLATURA DI ACRANIO** (*Amphioxus*).

Pel segmentarsi delle tasche celomiche i semplici muscoli troncali si scindono in una serie pari di segmenti muscolari, divisi da invogli di tessuto connettivo o miocommi: muscoli laterali.

Quarto periodo: **MUSCOLATURA DI CICLOSTOMO** (*Petromyzon*).

Sviluppandosi un setto frontale ciascun muscolo laterale si scinde in un muscolo laterale dorsale ed uno ventrale.

Quinto periodo: **MUSCOLATURA DI PESCE** (Selachii).

Alla muscolatura troncale dei ciclostomi si aggiunge la muscolatura viscerale degli archi branchiali e l'apparato muscolare delle pinne pari. I selaci, ganoidi e dipneusti mostrano tre diversi gradi del loro svilupparsi dagli iposomiti.

Sesto periodo: **MUSCOLATURA DI ANFIBIO** (Salamandrina).

Col trasformarsi della pinna polidattila di pesce nel piede pentadattilo avviene una molteplice segmentazione della muscolatura degli arti corrispondente al differenziamento del loro scheletro.

Settimo periodo: **MUSCOLATURA DI RETTILE** (*Hatteria*).

Trasformandosi un ramo degli anfibii nella forma-stipite dei cranioti ed abbandonando esso completamente la respirazione branchiale sottentra un regresso della muscolatura branchiale respiratoria mentre si sviluppano più fortemente i muscoli per la respirazione polmonare.

Ottavo periodo: **MUSCOLATURA DI MAMMIFERO** (*Didelphys*).

Col trasformarsi dell'apparato mascellare dei prorettili (pelicosauri e teromori) in quello dei mammiferi (promammali) e collo stabilirsi di un saldo collegamento fra il cranio e l'apparato mascellare-palatino, la parte del sistema muscolare che serviva al movimento di queste parti scheletriche subisce una corrispondente trasformazione. Il diaframma (*diaphragma*) diventa completo.

Nono periodo: **MUSCOLATURA DI SCIMMIA** (*Semnopithecus*).

Per l'adattarsi delle proscimmie e delle scimmie alla vita arborea la muscolatura dei loro antichi progenitori mammiferi subisce quelle trasformazioni (specialmente alle estremità) che caratterizzano questi primati.

Decimo periodo: **MUSCOLATURA DI ANTROPOIDE** (Gorilla).

Abituandosi gli antropoidi all'incesso eretto appare quel differenziamento nella struttura delle estremità (scheletro e muscolatura) che caratterizza gli antropoidi e l'uomo.

anche il secondo e quinto dito, e solo il terzo e quarto sono bene sviluppati. Nel cavallo infine non è più completamente sviluppato che un dito solo, il terzo (fig. VI, 3). E tuttavia tutti questi diversi piedi anteriori, tanto come la mano della scimmia (fig. 358) e dell'uomo (fig. 359) sono derivati in origine dalla stessa forma-stipite comune a cinque dita. Ciò dimostrano tanto i rudimenti delle dita atrofizzate, come anche l'uguale ordinamento delle ossa carpali in tutti i pentanomi (fig. 460 *a-p*). (Cfr. a questo riguardo le tavole XVIII e XIX, come pure sopra a pagg. 402 e 403).

Ora la stessa cosa dimostra anche lo sviluppo embrionale *delle estremità*, che non solo in tutti i mammiferi ma in generale in tutti i vertebrati è primitivamente

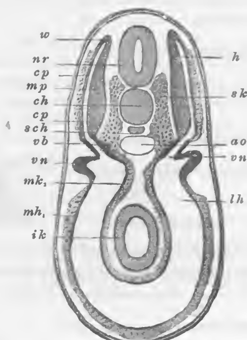


Fig. 361.

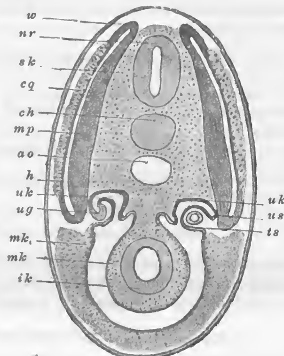


Fig. 362.

Sezioni trasverse di embrioni di selaci (per la regione dei proreni).
Da Vijhe ed Hertwig.

Nella fig. 362 le cavità protosegmentali dorsali (*h*) sono già separate dalla cavità del corpo (*lh*) mentre esse alquanto prima (nella fig. 361) le erano ancora connesse; *nr*) Tubo nerveo; *ch*) Corda dorsale; *sch*) Cordone sottocordale; *ao*) Aorta; *sk*) Lamina scheletrica; *mp*) Lamina muscolare; *cp*) Lamina dermica; *w*) Collegamento di quest'ultima (zona d'accrescimento); *vn*) Proreni; *ug*) Nefrodotto; *uk*) Pronefridii; *us*) Luogo di distacco di essi; *tr*) Imbuti dei reni primitivi; *mk*) Foglietto germinativo mediano (mk_1, parietale; mk_1, viscerale); *ik*) Foglietto glandulo-intestinale.

affatto lo stesso. Per quanto differenti possano apparire allo stato sviluppato le estremità dei tanti cranioti, tuttavia esse si svolgono tutte dallo stesso semplice inizio (cfr. tavole VI-IX; le zampe anteriori, le zampe posteriori). Dappertutto il primo abbozzo di ciascun arto è nell'embrione un semplicissimo tubercolo o bottoncino che si produce dal lato del corpo ventrale od iposoma. Le cellule che compongono questi bottoncini appartengono al foglietto fibro-cutaneo. La superficie è rivestita della lamina cornea che alla punta dei tubercoli si inspessisce alquanto (tav. IV, fig. 8, *x*). I due bottoncini anteriori appaiono poi prima dei due posteriori. Questi semplici abbozzi nei pesci e nei dipneusti si sviluppano direttamente, per differenziamento delle loro cellule, formando le pinne. Invece nelle classi superiori di vertebrati ognuno dei quattro bottoncini crescendo ulteriormente prende la forma di una lamina peduncolata diventando la sua metà interna più stretta e spessa, e l'esterna più larga e sottile. Dopo ciò la metà interna o peduncolo della lamina si differenzia in due sezioni:

braccio o coscia ed avambraccio o gamba. Subito dopo appaiono al margine libero della lamina quattro leggiere insenature le quali diventano poco per volta più profonde; sono queste gli intervalli fra le cinque dita (tav. XIV). Presto queste ultime si fanno più sporgenti. Al principio però tanto davanti come all'indietro le cinque dita sono ancor tutte collegate da una sottile membrana, come da una membrana natatoria; esse ricordano l'originaria destinazione del piede a pinna rematoria. L'ulteriore sviluppo delle estremità da questo semplicissimo abbozzo avviene in tutti i vertebrati nella stessa guisa secondo le *leggi dell'eredità* e cioè pel trasformarsi di certi gruppi di cellule del foglietto fibro-cutaneo in tessuti connettivi, di altri gruppi in cartilagini, ecc. Muscoli, nervi e vasi sanguigni nascono come germogli periferici dagli abbozzi centrali del tronco (lamine muscolari, tubo midollare, vasi sanguigni) addentrandosi nelle estremità. Come la colonna vertebrale ed il cranio, così anche le parti scheletriche delle estremità sono formate dapprima da molti, indifferenti gruppi di cellule del *foglietto fibro-cutaneo.* Questi si trasformano più tardi in *cartilagine* e da questa si producono solo in terza linea le ossa persistenti (184).

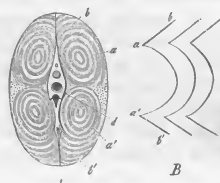


Fig. 363. — Sezione trasversa di una coda di pesce (di tonno). Da Giovanni Müller.

a) Muscoli laterali superiori (dorsali); *a'*, *b'*, Muscoli laterali inferiori (ventrali); *d*) Corpi vertebrali; *b*) Sezioni di mantelli conici incompleti: *B*, Linee di inserzione dei legamenti intermuscolari (di fianco).

Non meno interessante dell'evoluzione dello *scheletro* cioè degli organi *passivi* del moto è quella dei *muscoli* od organi locomotori *attivi.* Entrambi stanno fra di loro in strettissima correlazione. Anche per la filogenesi di questi ultimi come per quella dei primi l'anatomia comparata ha molto maggiore importanza che l'ontogenesi. Le feconde ricerche sulla miologia comparata dei vertebrati di Max Fürbringer, Georg Ruge, Hans Gadow, L. Testut ed altri hanno recentemente mostrato quale ricca messe qui aspetti ancora il lavoratore. Ma l'anatomia comparata od ontogenesi del sistema muscolare è molto più difficile e meno accessibile e perciò anche fu finora pochissimo studiata; così anche della filogenesi di esso noi non possiamo avere che concetti affatto generali.

Indubbiamente la muscolatura molteplicemente articolata dei vertebrati si è svolta da quella di invertebrati inferiori, fra i quali si devono in prima linea considerare gli *elminti.* Questi posseggono un semplice tubo « musculo-cutaneo » prodottosi dal mesoderma. Esso fu più tardi respinto e sostituito da un paio di interni muscoli laterali che si svilupparono dalla parete mediale delle tasche celomiche; vediamo pure anche oggidì dalla « lamina muscolare » di queste svilupparsi nell'embrione di tutti i vertebrati il primo abbozzo della muscolatura (cfr. tavole IV, V, *mp*, come pure figg. 224 a 229, e figg. 361, 362, *mp*). Nelle forme-stipiti inarticolate dei cordonii che noi abbiamo chiamate procordati (*prochordonia*) le due tasche celomiche e perciò anche le « lamine muscolari » della loro parete non erano ancora segmentate. Fu un importantissimo progresso l'articolazione segmentale di esse quale noi l'abbiamo seguita passo per passo nell'*Amphioxus* (pagg. 430-433, figg. 221-226). Questa *metameria della muscolatura* fu il fecondo processo storico col quale incominciò la *vertebrazione*, l'origine del tipo dei vertebrati. Solo secondariamente a questa metameria del sistema muscolare si aggiunse quella del sistema scheletrico che si sviluppò ulteriormente in istretta correlazione con quella.

Ora gli *episomiti* o tasche celomiche dorsali degli acranii, ciclostomi e selaci (fig. 361, *h*) sviluppano dapprima dalla loro parete interna o mediale (dallo strato cellulare che è direttamente addossato alla lamina scheletrica (*sk*) ed al tubo midollare (*ur*)) una robusta *lamina muscolare* (*mp*). Per accrescimento dorsale (*u*) essa si avanza anche sulla parete esterna o parietale della tasca celomica e cresce dalla parete dorsale addentrandosi nella ventrale. Da queste lamine muscolari segmentali, dalle quali dipende in prima linea la metameria dei vertebrati, si producono i *muscoli laterali* del tronco come li mostra in forma semplicissima l'*Amphioxus* (fig. 208). Per lo svilupparsi di un *setto frontale* orizzontale essi si scindono da ciascun lato in una serie superiore ed una inferiore di miotomi: muscoli laterali dorsali e ventrali. In tipica regolarità li mostra la sezione trasversale di qualsiasi coda di pesce (fig. 363). Da questi « muscoli laterali del tronco » si produce la massima parte della futura muscolatura del tronco, anche i « bottoni muscolari » delle estremità.

La massima parte dei *muscoli del capo*, i « muscoli viscerali », appartengono primitivamente al « corpo ventrale » dell'organismo vertebrato e si sviluppano dalla parete degli *iposomiti* o tasche celomiche ventrali. Lo stesso vale in origine anche per la muscolatura primitiva delle estremità, poichè anche queste appartengono filogeneticamente all'*iposoma* o « corpo ventrale » (cfr. la XIII conferenza, pag. 220). In qual modo nella serie dei progenitori dei vertebrati, dagli acranii fino all'uomo si sia sviluppata la muscolatura, lo mostra la 44ª tabella (pag. 519).



VENTISETTESIMA CONFERENZA

Storia dell'evoluzione del nostro sistema digerente.

« I cauti pretendono dunque che si debba solo accumulare lasciando ai posteri di edificare dai materiali raccolti un edificio scientifico; che solo per tal modo si possa sfuggire allo smacco di vedere che ampliate conoscenze distruggano teorie che si eran tenute per vere. Se l'assurdità di questa pretesa non fosse evidente pel fatto stesso che l'anatomia comparata, come ogni altra scienza, è infinita, dimodochè l'eternità del raccogliere materiale non permetterebbe mai all'uomo di giungere a messeggiare in questo campo; se egli si regolasse logicamente secondo quella pretesa, la scienza ci insegnerebbe abbastanza che niuna età in cui fossero vive le aspirazioni scientifiche potè aver tanta abnegazione che ponendo nell'avvenire lo scopo delle sue ricerche ricusasse a sè i risultati del tesoro più o meno ricco delle osservazioni, senza cercare di riempire con ipotesi le lacune. Difatto sarebbe pur una regola di scetticismo che per non perdere nulla del suo patrimonio non si volesse aver patrimonio di sorta ».

Carl Ernest von Baer (1819).

Intestino primitivo (progaster) e bocca primitiva (prostoma). Intestino permanente (metagaster) e sacco vitellino (lecithoma). — Intestino cefalico (intestino branchiale, cephalogaster) e intestino troncale (intestino epatico, hepatogaster). — Fessure branchiali e solco faringeo. Vescica natatoria e polmoni. — Stomaco e fegato.

Contenuto della ventisettesima Conferenza.

Intestino primitivo e bocca primitiva della gastrula. — Loro omologia in tutti i metazoi. — Sguardo complessivo sulla struttura del canal digerente dell'uomo adulto. — Cavità boccale. — Faringe. — Esofago. — Trachea e polmoni. — Laringe. — Stomaco. — Il primo abbozzo del semplice canal digerente. — Gastrula dell'*Amphioxus* e dei cranioti. — Staccamento dell'embrione dalla gastrocisti. — Intestino primitivo e intestino permanente. — Formazione secondaria della bocca e dell'ano dal tegumento esterno. — Origine dell'epitelio intestinale dal foglietto glandulo-intestinale e di tutte le altre parti dell'intestino dal foglietto fibro-intestinale. — Sacco intestinale semplice dei gastreadi, platodi ed elminti. — Differenziamento del primitivo tubo intestinale in intestino respiratorio ed intestino digerente. — Intestino cefalico (intestino branchiale) ed intestino troncale (intestino epatico) negli enteropneusti, nell'*Amphioxus* e nelle ascidie. — Origine ed importanza delle fessure branchiali. — Loro perdita. — Archi branchiali ed impalcatura mascellare. — Costituzione della dentatura. — Origine del polmone dalla vescica natatoria dei pesci. — Solco faringeo od ipobranchiale. — Differenziamento dello stomaco. — Origine del fegato e del pancreas. — Differenziamento di tenue e crasso. — Vescica urinaria. — Cloaca.

Bibliografia.

ERNST HAECKEL, *Urdarm (Progaster) und Urmund (Prostoma), Primitiv-Organe (Biologie der Kalkschwämme*, vol. I, pag. 468, e *Gastraea-Theorie*, pag. 258, 1872.

E. RAY-LANKESTER, *Archenteron and Blastoporus (Primitive gastric cavity and primitive mouth). (Quarterly Journ. Microsc. Science*, vol. XV, pag. 163). 1875.

CARL GEGENBAUR, *Bemerkungen über den Vorderdarm niederer Wirbelthiere (Morphol. Jahrbuch*, vol. IV), 1878.

C. KUPFFER, *Ueber den Canalis neurentericus der Wirbelthiere.* München, 1887.

RICHARD OWEN, *Odontography; Anatomy of Vertebrates*, 1840-1870.

J. KOLLMANN, *Entwickelung der Milch- und Ersatz-Zähne beim Menschen*, 1870.

OSCAR HERTWIG, *Ueber Bau und Entwickelung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. (Jena. Zeitschr. f. Naturw.*, vol. VIII), 1874.

CH. TOMES, *Die Anatomie der Zähne des Menschen und der Wirbelthiere*, 1877.

G. BORN, *Ueber die Derivate der embryonalen Schlundbogen und Schlundspalten dei Säugethieren. (Arch. f. mikrosk. Anat.*, vol. XXII), 1883.

CARL RABL, *Zur Bildungsgeschichte des Halses (Prager medicin. Wochenschr.*, 1886).

WILHELM MÜLLER, *Ueber die Entwickelung der Schilddrüse und die Hypobranchial-Rinne der Tunicaten (Jena. Zeitschr. f. Naturw.*, volumi VI e VII), 1871.

F. MAURER, *Schilddrüse und Thymus der Teleostier und Amphibien (Morphol. Jahrb.*, volumi XI e XIII), 1886.

PIERRE DE MEURON, *Recherches sur le développement du thymus et de la glande thyroïde. Dissert. de Genève*, 1886.

MAX FÜRBRINGER, *Beiträge zur Kenntniss der Kehlkopf-Muskulatur*, 1875.

OSCAR HERTWIG und RICHARD HERTWIG, *Die Coelom-Theorie, Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes*, 1881.

XXVII.

Signori!

Fra gli *organi vegetativi* del corpo umano dei quali dobbiamo ora studiare l'evoluzione primeggia il canale digerente. Infatti il *canale digerente* è, fra tutti gli organi del corpo dei metazoi, *l'organo più antico*, e ci conduce ai primi tempi del differenziamento organologico, cioè alla prima sezione del periodo laurenziano. Come già vedemmo precedentemente, il risultato della prima divisione di lavoro fra le cellule uniformi del più antico corpo animale pluricellulare dovette essere la formazione di una cavità intestinale digerente. Il primo dovere e la prima necessità di ogni organismo è il dovere della conservazione di sè stesso. Questo dovere viene soddisfatto dalle due funzioni della *nutrizione* e della *protezione* del corpo. Quando dunque nell'antichissima *Blastaea*, in quell'animale a mo' di sfera cava la cui esistenza filogenetica ci è ancora oggi dimostrata dall'ontogenetica forma evolutiva della *Blastula*, le singole uniformi cellule blastodermiche cominciarono a dividersi i lavori della vita, esse dovettero dapprima seguire una vocazione duplicemente diversa. Una parte si trasformò in cellule *nutritrici* e incluse una cavità digerente, il canale intestinale. L'altra metà invece si trasformò in cellule *copritrici* e così creò un esterno invoglio attorno a questo canale digerente ed in pari tempo attorno all'intero corpo. Così nacquero i due foglietti germinativi primarii: l'interno foglietto nutritore o *vegetale*, e l'esterno foglietto copritore od *animale.*

Se noi tentiamo di costruirci un corpo animale nella più semplice forma immaginabile, che possegga un simile canal digerente primitivo ed i due foglietti germinativi primarii che ne formano la parete, noi giungiamo necessariamente a quella rimarchevolissima forma embrionale della *Gastrula* che noi abbiamo constatato presentarsi con maravigliosa uniformità in tutto il regno animale, colla sola eccezione degli unicellulari protozoi: nelle spugne, cnidari, platodi, elminti, molluschi, articolati, tunicati e vertebrati (figg. 30-35, pag. 117). In tutti questi diversi tipi animali la gastrula ritorna primitivamente nella stessa semplicissima forma (fig. 36, *r*). L'intero suo corpo non è essenzialmente altro che canale digerente: la semplice cavità del corpo è la cavità digerente: l'*intestino primitivo* (*progaster* od *archenteron*, *g*), la sua semplice apertura è la *bocca primitiva* (*prostoma* o *blastoporus*, *o*), essa è in pari tempo apertura boccale ed anale. I due strati cellulari che compongono la sua parete sono i due foglietti germinativi primarii: l'interno foglietto nutritore o vegetale, il *foglietto intestinale* (*entoderma* o *entoblasto*, *i*), e l'esterno copritore ed in pari tempo, per le sue ciglia vibratili, locomotore foglietto animale, il *foglietto cutaneo* (*esoderma* od *ectoblasto*, *e*). Certamente è un fatto importantissimo che nello sviluppo embrionale dei più diversi animali si ritrovi la gastrula come primo stato embrionale, e che questa gastrula, sebbene variamente mascherata da variazioni cenogenetiche, mostri tuttavia dappertutto la stessa struttura palingenetica. Il multiforme

canale intestinale dei più diversi animali si forma ontogeneticamente dallo stesso semplicissimo intestino della gastrula. Quest'importantissimo fatto ci autorizza, secondo la legge biogenetica fondamentale, alle due feconde conclusioni che seguono, una generale ed una speciale. La conclusione *generale* è una *conclusione induttiva* e suona così: *Il canale intestinale variamente conformato di tutti i diversi metazoi od animali con tessuti si è svolto filogeneticamente da uno stesso semplicissimo intestino primitivo che è quello della gastrea,* di quell'antichissima forma-stipite comune che vien ripetuta anche oggidì, secondo la legge biogenetica fondamentale, della gastrula. La conclusione *speciale* che vi è collegata è una *conclusione deduttiva* e suona così: *Il canale intestinale dell'uomo è complessivamente omologo al canale intestinale di tutti i rimanenti animali;* esso ha la stessa significazione primitiva e si è svolto storicamente dalla stessa forma fondamentale (186).

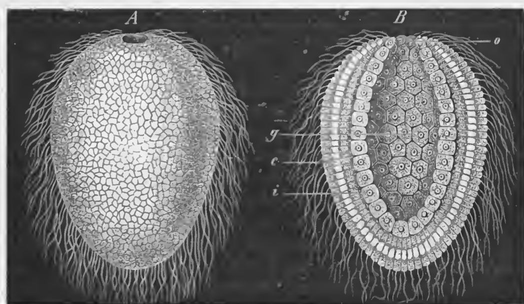


Fig. 364. — Gastrula di una spugna (*Olynthus*).

A, Dall'esterno; *B*, In sezione longitudinale per l'asse; *g*) Intestino primitivo; *o*) Bocca primitiva; *i*) Foglietto intestinale od entoderma; *e*) Foglietto cutaneo od esoderma.

Ora prima che noi seguiamo nei suoi particolari lo sviluppo del canale intestinale dell'uomo, sarà necessario orientarci con due parole sulle condizioni generali della sua costituzione nell'uomo adulto. Solo quando ciò vi sia noto voi potrete rettamente comprendere la storia dell'evoluzione delle singole parti (cfr. pag. 534, e tav. IV, V). Il canale intestinale dell'uomo adulto in tutte le sue parti essenziali è costituito come quello di tutti i mammiferi superiori, e rassomiglia sopratutto a quello dei catarrini, delle scimmie a naso stretto del mondo antico. L'entrata nel canale intestinale è formata dalla *apertura boccale* (tav. V, fig. 160). Per essa i cibi e le bevande giungono dapprima nella *cavità boccale* sul cui fondo si trova la lingua. La nostra cavità boccale è armata di 32 denti che stanno fissati in una serie su ciascuna delle due mascelle, mascella superiore ed inferiore.

Come già sapete la costituzione della nostra dentatura è esattamente quella di tutti gli eopiteci o *catarrini*, mentre essa è differente in tutti i rimanenti animali (pag. 436). Al disopra dell'apertura boccale si trova la doppia cavità nasale; le due cavità sono divise l'una dall'altra dalla parete divisoria del palato. Ma noi abbiamo veduto che in origine questa separazione non sussiste e che dapprima si forma nell'embrione una cavità naso-boccale comune, la quale più tardi viene divisa in due piani

dalla dura vôlta palatina: nella superiore cavità nasale e nell'inferiore cavità boccale (fig. 326, pag. 482). La cavità nasale sta in comunicazione con cavità ossee piene d'aria: seni mascellari nella mascella superiore, seni frontali nell'osso frontale, seni sfenoidali nello sfenoide. Nella cavità boccale sboccano numerose ghiandole di vario significato, specialmente molte piccole ghiandole mucose e tre grandi paia di grandi ghiandole salivari.

Posteriormente la nostra cavità boccale è semichiusa dal sipario verticale che noi chiamiamo il palato molle o il velo palatino nel cui mezzo si attacca inferiormente la cosidetta ugola. Uno sguardo nello specchio colla bocca aperta ci istruisce subito sul suo aspetto. L'ugola (*uvula*) è interessante per il fatto che essa oltrechè nell'uomo non si ritrova che nelle scimmie. Ai due lati del velo palatino giaciono le « amigdale » (*tonsillae*). Per l'apertura arcata a mo' di portone la quale si trova sotto al velo palatino, cioè per le « fauci » noi perveniamo nella *cavità faringea* collocata dietro alla cavità boccale, cioè nella cosidetta « faringe » (*pharynx*, tav. V, fig. 16, *sh*). In questa sbocca da ciascun lato uno stretto canale (la « tromba d'Eustachio ») pel quale si giunge direttamente nella cavità timpanica dell'organo uditivo (fig. 334, *e*, pag. 491). La faringe si prosegue poi più oltre in un lungo e stretto canale, l'*esofago* (*s r*). Per questo i cibi masticati ed ingoiati scivolano giù nello stomaco. Nella faringe infine sbocca al tutto superiormente la *trachea* (*lr*), che conduce nei polmoni. Il suo sbocco è protetto dall'epiglottide al disopra della quale scivolano via i cibi. Gli organi della respirazione aerea, i due *polmoni* (tav. IV, fig. 9, *lu*), si trovano nell'uomo, come in tutti i mammiferi, a destra e sinistra nella cavità toracica, fra essi sta il cuore (fig. 9, *hr*, *hl*). Al capo superiore della trachea si trova sotto all'ora menzionata epiglottide una parte di essa specialmente differenziata e sostenuta da un'impalcatura cartilaginea, la *laringe*. Questo organo importante della voce e della favella umana si sviluppa parimente da una parte del canale intestinale. Davanti alla laringe sta la ghiandola tiroidea (*thyreoidea*) che in molti uomini si ingrossa a formare il cosidetto « gozzo ».

L'esofago discende nella cavità toracica lungo la colonna vertebrale dorsale dietro ai polmoni ed al cuore, e penetra nella cavità addominale dopo aver trapassato il *diaframma*. Quest'ultimo (tav. V, fig. 16, *z*) è un setto trasverso carneo-membranoso che in tutti i mammiferi (e solo in questi !) separa completamente la cavità toracica (c_{i}) dalla cavità addominale (c_{ii}). Primitivamente questa separazione non esiste; piuttosto si forma dapprima nell'embrione una cavità toraco-addominale comune, il *celoma* o « cavità pleuroperitoneale ». Solo più tardi il diaframma si distende, come tramezzo muscoloso orizzontale, fra la cavità toracica e la cavità addominale. Allora questo setto divide completamente l'una dall'altra le due cavità e viene solo traforato da singoli organi che dalla cavità toracica discendono in quella addominale. Di questi organi uno dei più importanti è l'esofago. Dopo che questo attraverso al diaframma è giunto nella cavità addominale esso si dilata a formare lo stomaco nel quale ha luogo prevalentemente la digestione. Lo *stomaco* dell'uomo adulto (fig. 365, tav. V, fig. 16, *mg*) è un sacco allungato, alquanto obliquo, il quale a sinistra si dilata in un cieco, il fondo dello stomaco o *fundus* (*b*), a destra invece si restringe ed all'estremità destra, al così detto piloro (*e*), passa nell'intestino tenue. Qui, fra le due regioni del canale digerente, si trova una valvola, la valvola pilorica (*d*); essa si apre solo quando la poltiglia alimentare passa dallo stomaco al tenue. Lo stomaco stesso nell'uomo e nei mammiferi superiori è il più importante organo digerente e cura sopratutto lo scioglimento dei

cibi; non così in molti vertebrati inferiori dove lo stomaco può mancare affatto e la sua funzione è assunta da una parte del canale intestinale collocato più all'indietro. La parete carnosa dello stomaco è relativamente spessa; essa possiede esternamente forti strati muscolari i quali compiono i moti digestorii dello stomaco, all'interno una gran quantità di piccole ghiandole, le ghiandole gastriche che secernono il sugo digestivo o succo gastrico.

Allo stomaco segue la sezione più lunga dell'intero canale intestinale, l'intestino medio o *intestino tenue* (*chylogaster*). Esso ha sopratutto il còmpito di assorbire la liquida massa nutritiva digerita o chimo, e si divide a sua volta in più sezioni delle quali la prima, che segue immediatamente allo stomaco, si chiama *intestino biliare* o duodeno (*duodenum*, fig. 365, *fgh*). Il duodeno forma un breve cappio curvo a ferro di cavallo. In esso sboccano le maggiori ghiandole del canale intestinale: il *fegato*, la più importante ghiandola digestoria, la quale prepara la bile; ed una grandissima ghiandola salivare, il pancreas, che secerne il sugo pancreatico. Le due ghiandole versano i succhi secreti da esse, bile e succo pancreatico, l'una presso l'altra nel duodeno (*i*). Il sito di sbocco del condotto biliare ha un'importanza filogenetica affatto speciale perchè in tutti i vertebrati esso determina il punto più importante dello « intestino epatico » o intestino troncale (Gegenbaur). Il fegato, filogeneticamente più antico dello stomaco, è nell'uomo adulto una potente ghiandola riccamente vascolarizzata collocata a destra immediatamente sotto al diaframma e separata per mezzo di questo dai polmoni (tav. V, fig. 16, *lb*). Il pancreas sta alquanto più indietro e più a sinistra (fig. 16, *p*). L'intestino tenue nel suo corso ulteriore diviene così lungo che, per trovare posto nello stretto spazio della cavità addominale, deve necessariamente disporsi in molte anse. Quest'intestino si divide in un superiore digiuno (*jejunum*) ed in un inferiore ileo (*ileum*). In quest'ultima sezione sta quel sito del tenue dove nell'embrione il sacco vitellino sbocca nel tubo intestinale (tav. V, fig. 15, *dd*). Questo lungo intestino tenue passa allora più oltre nell'ampio *intestino crasso* dal quale è diviso per una speciale valvola. Immediatamente dietro a questa « valvola del Bauhin » il principio del crasso forma un'ampia entroflessione a mo' di tasca, l'*intestino cieco* (*coecum*). L'estremità atrofizzata di questo cieco è un celebre organo rudimentale: « l'appendice vermiforme del cieco » (*processus vermiformis*, pag. 72). Il crasso o colon risulta da tre parti, una destra ascendente, una media trasversale ed una parte discendente sinistra. Quest'ultima infine per una piega ad *s* va nell'ultima regione del canale intestinale, nel retto, che si apre posteriormente nell'ano (tav. V, fig. 16, *a*). Tanto il crasso quanto il tenue sono muniti di numerosissime ghiandolette che secernono parte succhi mucosi parte altri umori.

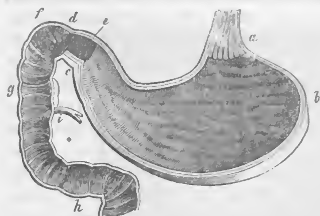


Fig. 365. — Stomaco e duodeno dell'uomo in sezione longitudinale.

a) Cardia (limite dell'esofago); *b*) Fundus (cieco del lato sinistro); *c*) Piega pilorica; *d*) Valvola pilorica; *e*) Cavità pilorica; *fgh*) Duodeno; *i*) Sbocco del condotto biliare e del condotto pancreatico. Da Meyer.

Il canale intestinale nella massima parte del suo percorso è aderente alla faccia dorsale interna della cavità addominale o alla faccia inferiore della colonna vertebrale. L'adesione si ha per mezzo di quella sottile lamina membranosa che noi abbiamo

chiamata *mesenterio* e che si sviluppa immediatamente sotto alla corda dorsale dal foglietto fibro-intestinale, là dove esso si ripiega nella lamella esterna del foglietto laterale, nel foglietto fibro-cutaneo (figg. 138-141; tav. IV, fig. 8, *t*). Il sito della ripiegatura vien detto « lamina mediana » (fig. 131, *mp*, pag. 223). Dapprima questo mesenterio è brevissimo (tav. V, fig. 14, *g*), ma presto nella parte mediana del canale intestinale esso si allunga considerevolmente e prende l'aspetto di una sottilissima membrana trasparente la quale deve essere tanto più estesa quanto più le anse intestinali si allontanano dalla loro primitiva linea d'inserzione contro alla colonna vertebrale. In questa lamina mesenterica scorrono i vasi sanguigni, i vasi linfatici ed i nervi che vanno al canale intestinale.

Ora, sebbene il canale intestinale dell'uomo adulto sia in questa forma un organo molto complesso, e sebbene esso nei particolari mostri ancora una quantità di intricate e minute condizioni di struttura, nelle quali noi non possiamo affatto addentrarci, tuttavia tutta questa complessissima formazione si è svolta storicamente da quella semplicissima forma dell'*intestino primitivo* che era posseduta dai nostri progenitori *gastreadi* e che ci è presentata anche oggidì da qualsiasi gastrula. Già precedentemente (conferenza IX) noi abbiamo constatato che la peculiare *epigastrula* dei mammiferi (fig. 64, pag. 150) si può ricondurre all'originaria forma della gastrula campanulata, che l'unico *Amphioxus* fra tutti i vertebrati ci ha fedelmente conservato sino al giorno d'oggi (fig. 212, pag. 308). Come quest'ultima, anche la gastrula dell'uomo e di tutti gli altri mammiferi si deve considerare come la ripetizione ontogenetica di quella forma evolutiva filogenetica che noi chiamiamo gastrea e nella quale l'intero corpo animale non è altro che intestino.

Il modo particolare con cui il complicato canale intestinale dell'uomo si sviluppa da quella semplice gastrula e che è simile a quello dei rimanenti mammiferi non può essere rettamente compreso se non quando lo si considera dal punto di vista filogenetico. Secondo questo noi dobbiamo fare distinzione fra l'originario intestino *primario* degli acranii ed il modificato intestino *secondario* dei cranioti. L'intestino dell'*Amphioxus* (che rappresenta gli acranii) non dà origine ad un sacco vitellino e si sviluppa *palingeneticamente* da *tutto* l'intestino primitivo della gastrula. Per contro l'intestino dei cranioti ha una forma modificata, *cenogenetica*, di sviluppo e si differenzia di buona ora in due parti, nel permanente intestino *secondario* o intestino *definitivo* (*metagaster*) e nel transitorio *sacco vitellino* che serve solo come magazzino di viveri per la formazione dell'embrione (*lecithoma*, fig. 100, pag. 201). Il sacco vitellino ha il più grande sviluppo nei selaci, teleostei, rettili ed uccelli. Esso è atrofizzato nei mammiferi, sopratutto nei placentali. Si deve considerare come una formazione intermedia di passaggio fra lo sviluppo palingenetico dell'intestino degli acranii e quello cenogenetico degli amnioti il particolare sviluppo dell'intestino dei ciclostomi, ganoidi ed anfibii (187).

Voi sapete già dalla nostra ontogenesi in qual modo speciale segua lo sviluppo dell'intestino nell'uomo e nei rimanenti mammiferi. Dalla gastrula di essi nasce dapprima la sferica *gastrocisti* (*gastrocystis*, figg. 101, 102, pag. 204) ripiena di liquido. Nella sua parete dorsale si forma il sandaliforme scudo embrionale ed alla sua parte centrale oppure nella linea mediana un solco piatto, il primo abbozzo del futuro secondario tubo intestinale. Questo *solco intestinale* si fa sempre più profondo ed i suoi margini si incurvano l'uno verso l'altro e finalmente si saldano a tubo (fig. 100, pag. 201). La parete di questo tubo intestinale secondario risulta da due membrane, dall'interno foglietto glandulo-intestinale e dall'esterno foglietto fibro-intestinale.

Questo tubo è dapprima interamente chiuso ed ha solo nel mezzo della parete inferiore un'apertura per la quale esso sta in comunicazione colla gastrocisti (cfr. la tavola V, figura 14). Quest'ultima nel corso dell'evoluzione si fa tanto più piccola quanto più si sviluppa il canale intestinale. Mentre al principio il canale intestinale non appare che come una piccola appendice ad un lato dell'ampia gastrocisti (fig. 183), più tardi il resto di quest'ultima non forma invece che un'appendice affatto insignificante del grande canale intestinale. Quest'appendice è il « sacco vitellino » o vescicola ombelicale. Essa più tardi non ha più importanza di sorta ed in ultimo scompare affatto, avvenendo la chiusura definitiva della primitiva apertura mediana e formandosi qui il cosidetto ombelico intestinale (figg. 187-191, pag. 270).

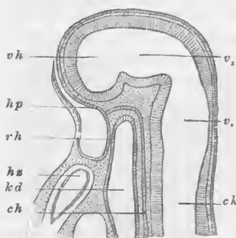


Fig. 366. — Sezione mediana pel capo di un embrione di coniglio lungo 6 mm. Da Mihalcovics.

Il profondo seno boccale (*hp*) è separato per mezzo della membrana faringea (*rh*) dalla cieca cavità dell'intestino cefalico (*kd*); *hz*) Cuore; *ch*) Corda dorsale; *hp*) Sito dove dal seno boccale si produce l'ipofisi; *vh*) Cavità del cervello anteriore; v_3) Terzo ventricolo (cervello intermedio): v_4) Quarto ventricolo (cervello posteriore); *ck*) Canale del midollo spinale.

Sapete già pure che questo semplice tubo intestinale cilindrico dapprincipio nell'uomo come nei vertebrati in generale è anteriormente e posteriormente chiuso a fondo cieco (fig. 143, tav. V, fig. 14) e che le due aperture definitive del canal digerente, anteriormente la bocca, posteriormente l'ano, non si formano che più tardi, e cioè dal tegumento esterno. Davanti si forma nell'integumento esterno una fossa boccale (fig. 366, *hp*) che cresce verso l'estremità anteriore a fondo cieco della cavità intestinale cefalica (*kd*) e finalmente irrompe in questa. Così pure si forma posteriormente nell' integumento una piatta fossa anale, che presto diviene più profonda, cresce incontro all' estremità posteriore a fondo cieco della cavità intestinale pelvica ed infine si riunisce a questa. Tanto davanti come di dietro esiste dapprincipio fra l'esterna fossa cutanea e l'estremità intestinale cieca un sottile sepimento che nella fusione scompare, davanti la membrana faringea (*rh*), dietro la membrana anale (cfr. fig. 377, pag. 539).

Immediatamente prima dell'apertura anale si produce dall'intestino posteriore l'allantoide, quell'importante annesso fetale che nei placentali, e solo in questi (dunque anche nell'uomo) si svolge nella placenta (fig. 184, *t;* tav. V, fig. 14, *al*). In questa forma più sviluppata che ci è mostrata schematicamente dalla figura 190, pag. 270, il canale digerente dell'uomo, come quello di tutti gli altri mammiferi, si presenta oramai come un tubo cilindrico debolmente ricurvo che ha anteriormente e posteriormente un'apertura e dalla cui parete inferiore sporgono due appendici: l'anteriore vescica ombelicale, o sacco vitellino ed il posteriore allantoide o sacco urinario primitivo.

La sottile parete di questo semplice tubo intestinale e delle sue due appendici ventrali si mostra all'esame microscopico composto di due diversi strati cellulari. Lo strato interno che tappezza l'intera cavità risulta di grandi cellule scure ed è il foglietto glandulo-intestinale. Lo strato esterno risulta da cellule chiare minori ed è il foglietto fibro-intestinale. Fanno eccezione solo la cavità boccale e la cavità anale perchè queste nascono dal tegumento esterno. L'interno rivestimento cellulare dell'intera cavità boccale viene perciò formato non dal foglietto glandulo-intestinale, ma dal foglietto cutaneo-sensorio ed il suo carnoso substrato non dal foglietto

fibro-intestinale ma dal foglietto fibro-cutaneo. Lo stesso vale per la parete della cavità anale (tav. V, fig. 15).

Se ora voi domandate in qual modo questi foglietti germinativi che compongono la primitiva parete intestinale si comportino riguardo ai differenti tessuti ed organi che più tardi noi incontriamo nell'intestino sviluppato, la risposta è semplicissima. La significazione che hanno questi due foglietti per lo sviluppo ed il differenziamento dei tessuti del canale intestinale si può riassumere in una sola proposizione: l'*epitelio intestinale*, cioè il molle strato cellulare interno che tappezza la cavità del canale intestinale e di tutte le sue appendici e che inizia immediatamente i processi della nutrizione, si sviluppa unicamente dal *foglietto glandulo-intestinale;* invece tutti gli *altri tessuti ed organi* che appartengono al canale intestinale ed alle sue appendici nascono dal *foglietto fibro-intestinale.* Da quest'ultimo si sviluppa dunque tutto l'esterno rivestimento del canale intestinale, il tessuto connettivo fibroso ed i muscoli lisci che compongono la sua parete carnosa, le cartilagini che la sostengono (per esempio le cartilagini della laringe e della trachea), i numerosi vasi sanguigni e vasi linfatici che succhiano il nutrimento dalla parete dell'intestino, in breve tutto quanto appartiene all'intestino oltre all'epitelio intestinale. Dallo stesso foglietto fibro-intestinale nasce anche oltre a ciò l'intero mesenterio con tutte le parti che in esso giaciono, il cuore i grandi vasi sanguigni del corpo, ecc. (cfr. pag. 448, e tav. V, fig. 16).

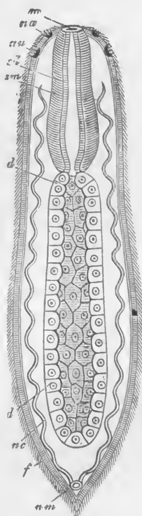


Fig. 367.

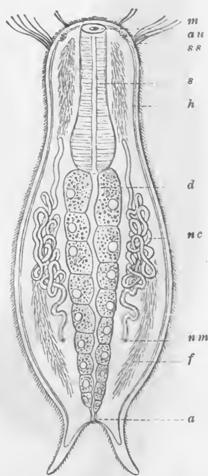


Fig. 368.

Fig. 367. — Un semplice turbellare (*Rhabdocoelum*).

m) Bocca; *s*) Faringe; *sd*) Epitelio faringeo; *sm*) Muscolatura faringea; *d*) Intestino stomacale; *nc*) Nefridii; *nm*) Nefridiopori; *au*) Occhio; *na*) Fossa olfattiva,

Fig. 368. — *Chaetonotus*, semplice forma di elminti del gruppo dei gastrotrichi.

m) Bocca; *s*) Faringe; *d*) Intestino; *a*) Ano; *ss*) Peli di senso; *au*) Occhio; *ms*) Cellule muscolari; *h*) Tegumento; *f*) Striscie ciliate della faccia ventrale; *nc*) Nefridii (vasi acquiferi od organi escretori; *nm*) Loro apertura.

Lasciamo ora per un istante questo primitivo abbozzo del canale digerente dei mammiferi per fare un paragone fra esso ed il canale intestinale dei vertebrati inferiori e di quegli invertebrati che noi abbiamo riconosciuto come progenitori dell'uomo. Qui noi troviamo dapprima negli infimi metazoi, nei *gastreadi* (pag. 358), il canale intestinale per tutta la vita in quella forma semplicissima che ci è mostrata transitoriamente dalla gastrula palingenetica degli altri animali; così nei fisemari (*Prophysema*, fig. 240) nelle più semplici spugne (*Olynthus*, fig. 243) e nel polipo d'acqua dolce (*Hydra*); come pure negli embrioni *ascula* di molti altri celenterii (fig. 242). Anche nelle

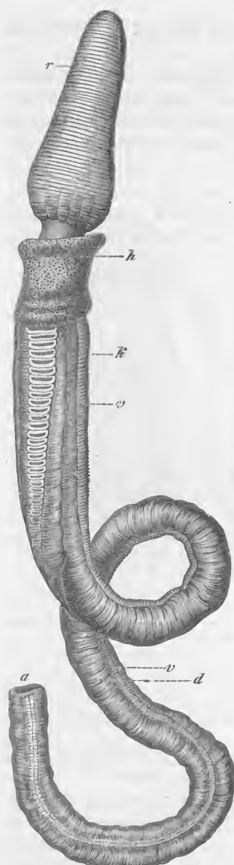


Fig. 369.
Un giovane balanoglosso (*Balanoglossus*). Da Agassiz.

r) Tromba glandiforme; *h*) Collaretto; *k*) Fessure branchiali ed archi branchiali dell'intestino anteriore, in una lunga serie da ambo i lati; *d*) Intestino posteriore digerente che riempie la massima parte della cavità del corpo; *v*) Vena intestinale o vaso ventrale posto fra due pieghe cutanee longitudinali; *a*) Ano.

più semplici forme di platodi, nei rabdoceli (fig. 367) l'intestino è ancora un semplice tubo diritto tappezzato dall'entoderma, solo colla differenza importante che qui l'unica apertura di esso, la bocca primitiva (*m*), mediante l'introflessione della pelle si è fornita di una faringe muscolosa (*sd*).

La stessa semplice forma la mostra anche l'intestino degli elminti inferiori (gastrotrichi, fig. 368; nematodi, sagitte ed altri). Qui però all'estremità posteriore, opposta alla bocca, si è già formata una seconda importante apertura intestinale, l'*ano* (*anus*, fig. 368, *a*).

Un importantissimo progresso nella struttura dello intestino degli elminti ce lo mostra il notevole balanoglosso (*Balanoglossus*, fig. 369), l'unico superstite della classe degli *enteropneusti* (*enteropneusta*). Qui appare per la prima volta quell'importantissimo differenziamento del tubo intestinale in due sezioni principali che distingue tutti quanti i *cordati* (*chordonia*). La metà anteriore, l'*intestino cefalico* (*cephalogaster*) diventa qui organo respiratorio (intestino branchiale, fig. 369, *k*); la metà posteriore, l'*intestino troncale* (*hepatogaster*) funziona da solo come organo digerente (intestino epatico, *d*). Il differenziamento morfologico e fisiologico di queste due parti dell'intestino nel balanoglosso è interamente uguale a quello che si ha in tutti i tunicati e vertebrati, esso è tanto più importante in quanto che dappertutto non appare dapprima allo intestino cefalico che *un paio di fessure branchiali* e che la linea mediana della sua parete ventrale mostra in tutti i tre gruppi un *solco faringeo* ghiandolare vibratile (fig. 250, pag. 377; fig. 376, pag. 538).

A questo riguardo appunto è specialmente interessante ed importante il paragone degli enteropneusti colle ascidie (fig. 370) e l'*Amphioxus* (fig. 371), quegli interessantissimi animali che fanno il ponte fra gli invertebrati ed i vertebrati. In entrambe le forme l'intestino è costrutto in modo essenzialmente uguale; la sezione anteriore forma il respiratorio *intestino branchiale*, la posteriore il digerente *intestino epatico*. In entrambe esso si sviluppa palingeneticamente dall'intestino primitivo della gastrula (tav. X, figg. 4, 10) ed in entrambe l'estremità posteriore sopravanza la bocca primitiva per modo che ne nasce il notevole *canale neurenterico*, la passeggera comunicazione tra il tubo nerveo e il tubo intestinale (*canalis neurentericus*, figg. 80, 82, *ne*). Nella vicinanza della bocca

primitiva che si è chiusa, fors'anche al suo posto, si forma a nuovo la futura apertura anale. Così pure anche l'apertura boccale dell'*Amphioxus* e dell'ascidia è una formazione nuova. Lo stesso vale in simil guisa per l'apertura boccale dell'uomo ed in generale di tutti i cranioti. La formazione secondaria della bocca nei cordonii è forse connessa colla formazione delle fessure branchiali le quali appaiono immediatamente dietro alla bocca nella parete intestinale. Così la parte anteriore dell'intestino diventa organo respiratorio. Quanto sia caratteristico questo adattamento pei vertebrati e tunicati l'abbiamo già rilevato precedentemente. L'apparizione filogenetica delle fessure branchiali determina il principio di una nuova epoca nella filogenesi dei vertebrati.

Anche nell'ulteriore sviluppo del canale digerente nell'embrione umano *il formarsi delle fessure branchiali* appare processo importantissimo. Già molto per tempo nel capo dell'embrione umano la parete della faringe si fonde colla parete esterna del corpo ed allora a destra ed a sinistra ai lati del collo, dietro all'apertura boccale, avviene la formazione di quattro fessure le quali dalla cavità faringea conducono direttamente all'esterno. Queste fessure sono le *fessure branchiali* o fessure faringee ed i tramezzi che le dividono sono gli *archi branchiali* od archi faringei (figg. 321-325, pag. 481, tav. I e XX, come pure tav. V, fig. 15, *ks*). Queste sono strutture embrionali che hanno il massimo interesse. Infatti noi ne ricaviamo che tutti i vertebrati nella prima gioventù ricapitolano secondo la legge biogenetica fondamentale quel processo che ebbe primitivamente la massima importanza per l'origine dell'intero tipo dei cordonii. Questo processo fu appunto un *differenziamento del tubo intestinale in due sezioni principali:* in una sezione anteriore *respiratoria*, l'*intestino branchiale*, che serve unicamente alla respirazione (intestino cefalico, *cephalogaster*) ed in una sezione posteriore *digestoria*, l'*intestino epatico*, che serve unicamente alla digestione (intestino troncale, *hepatogaster*).

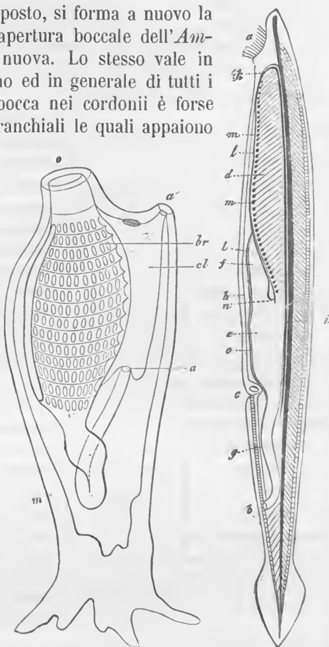


Fig. 270. Fig. 271.

Fig. 370. — Struttura di un'ascidia (vista dal lato sinistro, come sulla tav. XI, fig. 14).

Il lato dorsale è volto a destra, il ventrale a sinistra, l'apertura boccale (*o*) in alto; all'opposta estremità caudale l'ascidia è fissata. L'intestino branchiale (*b r*), che è traversato da molte fessure, si prosegue inferiormente nell'intestino stomacale. L'intestino terminale si apre per l'ano (*a*) nella cavità palleale (*c l*), la quale allontana gli escrementi insieme coll'acqua respiratoria pel foro branchiale od orificio cloacale (*a'*); *m*) Mantello. Da Gegenbaur.

Fig. 371. — L'*Amphioxus* (*A. lanceolatus*) ingr. 2 volte, visto dal lato sinistro.

L'asse longitudinale è verticale; l'estremità boccale è rivolta all'alto, la caudale al basso, come nella tavola XI, fig. 15. *a*) Apertura boccale, circondata da barbigli; *b*) Apertura anale; *c*) Poro branchiale; *d*) Gabbia branchiale; *e*) Stomaco; *f*) Fegato; *g*) Intestino tenue; *h*) Cavità branchiale; *i*) Corda dorsale, sotto ad essa l'aorta; *k*) Archi aortici; *l*) Tronco della arteria branchiale; *m*) Rigonfiamento dei suoi rami; *n*) Vena cava; *o*) Vena intestinale.

QUARANTACINQUESIMA TABELLA

Specchio della costituzione del canale intestinale.

N. B. — Le parti segnate con † sono estroflessioni del tubo intestinale.

I. Prima sezione principale del sistema intestinale: **Intestino cefalico** (Cephalogaster) o **Intestino respiratorio** (Intestino branchiale) (Pneustenteron) **Pneogaster** (Tractus respiratorius)	1. **Cavità boccale** (Cavum oris)	Apertura boccale	*Rima oris*	Epitelii intestinali forniti dallo **Esoderma** (foglio corneo)
		Labbra	*Labia*	
		Mascelle	*Maxillae*	
		Denti	*Dentes*	
		Lingua	*Lingua*	
		Ghiandole salivali†	*Glandulae salivales*	
		Velo palatino	*Velum palatinum*	
		Ugola	*Uvula*	
	2. **Cavità nasale** (Cavum nasi)	Condotti nasali	*Meatus narium*	
		Seni mascellari †	*Sinus maxillares*	
		Seni frontali †	*Sinus frontales*	
		Seni etmoidali †	*Sinus ethmoidales*	
	3. **Cavità faringea** (Cavum pharyngis)	Istmo delle fauci	*Isthmus faucium*	Epitelii intestinali forniti dall'**Entoderma** (eccetto la cavità anale formata dal foglio corneo).
		Tonsille	*Tonsillae*	
		Faringe	*Pharynx*	
		Tromba d'Eustachio †	*Tuba Eustachii*	
		Cavità timpanica †	*Cavum tympani*	
		Osso joide	*Os hyoides*	
		Tiroide †	*Thyreoidea*	
		Timo †	*Thymus*	
	4. **Cavità polmonare** (Cavum pulmonis)	Laringe †	*Larynx*	
		Trachea †	*Trachea*	
		Polmoni †	*Pulmones*	
II. Seconda sezione principale del sistema intestinale: **Intestino troncale** (Hepatogaster) o **Intestino digestorio** (Intestino epatico) (Cholenteron) **Peptogaster** (Tractus digestivus)	5. **Intestino anteriore** (Prosogaster)	Esofago	*Oesophagus*	
		Cardia	*Cardia*	
		Stomaco	*Stomachus*	
		Piloro	*Pylorus*	
	6. **Intestino medio** (Mesogaster)	Duodeno	*Duodenum*	
		Fegato †	*Hepar*	
		Pancreas †	*Pancreas*	
		Digiuno	*Jejunum*	
		Ileo	*Ileum*	
		Vescicola ombilicale	(*Vescicula umbilicalis*)	
	7. **Intestino posteriore** (Telogaster)	Colon	*Colon*	
		Cieco	*Coecum*	
		Appendice vermiforme †	*Processus vermiformis*	
		Retto	*Rectum*	
		Ano	*Anus*	
	8. **Intest. urinario** (Urogaster)	(Allantoide †)	(*Allantois*)	
		Uretra †	*Urethra*	
		Vescica urinaria †	*Urocystis*	

Poichè questo caratteristico differenziamento del tubo intestinale in due sezioni primarie fisiologicamente affatto diverse, noi lo troviamo in tutti quanti i vertebrati tanto come nei tunicati, ci è permesso di concludere che esso sussisteva già anche nei loro comuni progenitori, nei *procordonii*, tanto più che lo mostra già persino il balanoglosso (cfr. pagg. 192, 251, 376 e figg. 369-371). A tutti gli altri invertebrati questa particolare disposizione manca completamente.

Il *numero delle fessure branchiali* nell'*Amphioxus* come nelle ascidie e nel balanoglosso non è in principio che di *un paio*, ed i copelati (fig. 230) non ne hanno per tutta la vita che un paio solo. Più tardi il loro numero nei primi aumenta di molto. Per contro nei cranioti esso piglia poi di nuovo a diminuire. I ciclostomi (fig. 331, tav. XI, fig. 16) hanno 6-8 paia, alcuni selaci 6-7 paia, il più dei pesci solo 4-5 paia di fessure branchiali. Anche nell'embrione dell'uomo e dei vertebrati superiori in generale, dove esse appaiono già molto di buon'ora, non ne giungono a sviluppo che 3-4 paia. Nei pesci le fessure branchiali persistono tutta la vita e lasciano passare all'esterno l'acqua ingerita per la bocca a scopo di respirazione (figg. 253-255; tav. V, fig. 13, *ks*). Per contro esse si perdono già in parte negli anfibii e interamente in tutti i vertebrati superiori. Qui non si conserva più che un unico resto delle fessure branchiali e cioè il residuo della prima. Questo si trasforma in una parte dell'organo uditivo, da esso nasce il condotto uditivo esterno, la cavità timpanica e la tromba di Eustachio. Noi abbiamo già considerato precedentemente queste rimarchevoli strutture ed ora non vogliamo che rilevare ancora una volta il fatto interessante che il nostro organo uditivo esterno e medio è l'ultimo residuo ereditario delle branchie di un pesce. Anche gli archi branchiali che dividono le fessure branchiali si trasformano in parti molto diverse. Nei pesci però restano per tutta la vita archi branchiali che portano le lamelle branchiali respiratorie, così ancora negli infimi anfibii; ma negli anfibii superiori essi subiscono già nel corso dello sviluppo molteplici trasformazioni ed in tutte le tre classi superiori di vertebrati, e perciò anche nell'uomo, nascono dagli archi branchiali l'ioide e gli ossicini dell'udito (cfr. pag. 496, come pure le tavole VI-IX).

Dal primo arco branchiale, dalla cui faccia interna nasce in mezzo la carnosa lingua, si forma l'abbozzo dell'*impalcatura mascellare*, della mascella superiore ed inferiore che circondano l'apertura boccale e che portano la dentatura. Alle due classi più basse dei vertebrati, agli acranii e ciclostomi queste parti mancano ancora completamente. Esse appaiono dapprima nei più antichi pesci primitivi (figg. 252, 256, pagg. 388 e 390) e da questo gruppo-stipite dei gnatostomi esse si sono trasmesse in eredità ai vertebrati superiori. La formazione primitiva del nostro scheletro boccale, della mascella superiore e della mandibola, si deve dunque ricondurre ai più antichi pesci dai quali noi l'abbiamo ereditata. La dentatura delle mascelle proviene dall'esterno integumento che riveste le mascelle, e difatto poichè la formazione dell'intera cavità boccale procede dall'esterno integumento (fig. 366) così anche i denti devono naturalmente essere derivati da esso. In realtà ciò coll'esatto esame microscopico dello sviluppo e della minuta struttura dei denti si può dimostrare. Le scaglie dei pesci, specialmente dei selaci (fig. 372) si comportano sotto questo rapporto affatto come i loro denti (fig. 256). La sostanza ossea del dente (dentina) proviene dal corio; il suo rivestimento di smalto è un secreto dell'epidermide che lo riveste. Lo stesso vale pei « denti cutanei » o squame placoidi dei selaci. Originariamente in questi pesci primitivi ed ancora nei più antichi anfibii l'intera cavità boccale era armata di simili

denti cutanei. Più tardi la loro formazione si limitò ai margini delle mascelle. *I nostri denti umani sono dunque nella loro più antica origine squame di pesce trasformate* (188). Per la stessa ragione noi dobbiamo essenzialmente considerare le ghiandole salivari che sboccano nella cavità orale come *ghiandole epidermiche*, poichè esse non si producono come le rimanenti ghiandole intestinali dal foglietto ghiandolare del canale digerente, ma dall'esterna epidermide, dalla lamina cornea del foglietto germinativo esterno. S'intende che, dato questo modo di evoluzione della bocca, le ghiandole salivari debbano essere geneticamente messe a lato delle ghiandole sudorifere, sebacee e lattifere.

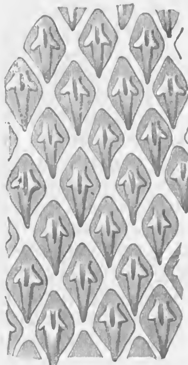


Fig. 372. — Scaglie o denti cutanei di uno squalo (*Centrophorus calceus*).

Da ciascuna piastra ossea rombica giacente nel corio si erge obliquamente un denticino a tre cuspidi. Da Gegenbaur.

Il nostro canale intestinale umano è dunque nel suo abbozzo originario così semplice come l'intestino primitivo della gastrula. Più tardi esso è uguale all'intestino dei platodi (rabdoceli), poi a quello degli elminti (gastrotrichi). In seguito esso si scinde in due porzioni, un anteriore intestino branchiale ed un posteriore intestino epatico, come il canale intestinale del balanoglosso, dell'ascidia e dell'*Amphioxus*. Collo svilupparsi delle mascelle e degli archi branchiali esso si trasforma in un vero intestino di pesce. Più tardi però l'intestino branchiale, che è una reminiscenza dei pesci nostri antichi progenitori, si perde affatto. Le parti che ne rimangono si trasformano in tutt'altre strutture.

Però sebbene la sezione anteriore del nostro canale digerente perda completamente il suo originario significato di intestino branchiale esso conserva tuttavia il significato fisiologico di *intestino respiratorio*. Infatti ora noi saremo sorpresi riconoscendo l'interessantissimo fatto che anche l'organo respiratorio permanente dei vertebrati superiori, cioè il *polmone* respirante l'aria, si sviluppa parimente da questa sezione anteriore del canale intestinale. Il nostro polmone nasce insieme colla trachea e colla laringe dalla parete ventrale dell'intestino branchiale. Tutto questo apparato respiratorio che nell'uomo sviluppato occupa la massima parte della cavità toracica in principio non è altro che una piccola vescicola o sacca pari la quale si produce immediatamente dietro alle branchie del fondo dell'*intestino cefalico* (figg. 374, *c* e 377 *l*; tav. V, figg. 13, 15, 16, *l u*). Questa vescichetta si ritrova in tutti i vertebrati ad eccezione delle due classi più basse, degli acranii e dei ciclostomi. Essa però nei vertebrati inferiori non si sviluppa a polmone ma forma una vistosa vescica piena d'aria la quale occupa una gran parte della cavità del corpo ed ha tutt'altro significato. Qui essa serve non alla respirazione, ma alla natazione verticale, cioè è un *apparato idrostatico*: è la *vescica natatoria* dei pesci (*nectocystis*, pag. 394). Ma i polmoni dell'uomo e di tutti i vertebrati dalla respirazione aerea si sviluppano da quella stessa semplice appendice vescicolare dell'intestino cefalico che nei pesci diventa vescica natatoria.

In origine questa vescica non ha affatto funzioni respiratorie, ma serve solo da apparato idrostatico, per aumentare o diminuire il peso specifico del corpo. I pesci che posseggono una vescica natatoria sviluppata la possono comprimere e così

condensare notevolmente l'aria che vi è contenuta. Talora anche l'aria sfugge dal canale intestinale per un condotto pneumatico che collega la vescica natatoria colla faringe e viene espulsa per l'apertura boccale. Per tal modo l'ampiezza della vescica natatoria viene diminuita, il pesce diventa più pesante e si affonda. Quando invece esso vuole risalire la vescica natatoria viene estesa cessando la pressione. In molti crossopterigi la parete della vescica natatoria è corazzata di lamine ossee, così nel genere triasico *Undina* (fig. 258, pag. 391).

Ora già nei dipneusti questo apparato idrostatico prende a trasformarsi in un organo respiratorio, e ciò perchè i vasi sanguigni che scorrono nella parete della vescica natatoria non secernono più solamente aria ma accolgono anche aria nuova che è entrata pel condotto pneumatico. In tutti gli anfibii questo processo giunge a compimento. Qui l'originaria vescica idrostatica diventa generalmente un polmone ed il suo condotto pneumatico una trachea. Il polmone degli anfibii si è da questi trasmesso in eredità alle tre classi superiori di vertebrati. Anche negli infimi anfibii il polmone è ancora da cadun lato un sacco affatto semplice, trasparente ed a pareti sottili, così per esempio nelle nostre comuni salamandre d'acqua, nei tritoni. Esso è ancora affatto simile alla vescica natatoria dei pesci. Per vero gli anfibii hanno già due polmoni, uno destro e uno sinistro. Ma anche in parecchi pesci (in vecchi ganoidi) la vescica idrostatica è pari e si divide per mezzo di un'incisione in una metà destra ed una sinistra. D'altra parte il polmone è impari nel ceratodus (fig. 261).



Fig. 373. — Intestino di un embrione di cane (rappresentato nella figura 184, pag. 267), dal lato ventrale. Da Bischoff.

a) Archi branchiali (quattro paia); *b*) Abbozzo della faringe e della trachea; *c*) Polmoni: *d*) Stomaco; *f*) Fegato; *g*) Pareti del sacco vitellino aperto (nel quale sbocca per ampia apertura l'intestino medio); *h*) Intestino terminale.



Fig. 374. — Intestino di un embrione di cane (visto dal fianco destro).

a) Polmoni; *b*) Lo stomaco; *c*) Fegato; *d*) Sacco vitellino; *e*) Intestino terminale (cfr. pag. 267).

Nell'embrione dell'uomo come di tutti gli altri amnioti il polmone si sviluppa dalla parete ventrale posteriore dell'intestino cefalico. Subito dietro all'abbozzo impari della tiroide si diparte però dalla faringe un solco mediano, l'abbozzo della trachea. Dalla sua estremità posteriore si sviluppa un paio di vescicole, i semplici abbozzi sacculari del polmone destro o sinistro. Più tardi le due vescicole crescono notevolmente, riempiono la massima parete della cavità toracica e rinserrano fra di loro il cuore. Già nelle rane noi troviamo che per ulteriore sviluppo il semplice sacco vi è trasformato in un corpo spugnoso di un particolare tessuto schiumoso. Questo tessuto polmonare si sviluppa a mo' di una ghiandola a grappolo dendriticamente ramificata. Il breve sito originario di collegamento dei sacchi polmonari coll'intestino cefalico si estende in un lungo ed esile tubo. Questo tubo è il tubo tracheale; esso sbocca superiormente nella faringe e si divide inferiormente in due rami che conducono nei due polmoni. Nella parete della trachea si sviluppano cartilagini annulari che la mantengono tesa. All'estremità superiore di essa, sotto al suo sbocco nella faringe, si sviluppa la *laringe*, l'organo della voce e della favella. La laringe appare già negli anfibii in diversissimi gradi di sviluppo e l'anatomia comparata è in grado

di seguire passo per passo la progressiva evoluzione di quest'organo importante dal semplicissimo abbozzo che se ne trova negli anfibii inferiori sino a quel complesso e delicato apparato vocale che è la laringe degli uccelli e dei mammiferi.

Ora per quanto molteplicemente conformati siano questi organi della voce, della favella e della respirazione aerea nei diversi vertebrati superiori tuttavia essi si sviluppano tutti dallo stesso semplice abbozzo primitivo, da quel solco ventrale della parte posteriore dell'intestino cefalico. Così nascono da questo « *intestino respiratorio* » *le due sorta* di apparati respiratorii dei vertebrati, cioè primo il primario e più antico apparato di respirazione acquatica, la gabbia branchiale, il cui primitivo significato nelle tre classi superiori di vertebrati va interamente perduto; e secondo il secondario più recente apparato di respirazione aerea, che nei pesci funge solo come vescica natatoria e solo dai dipneusti in su come polmone.

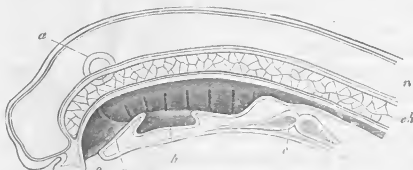


Fig. 375. — Sezione mediana pel capo di una larva di Petromyzon. Da Gegenbaur.

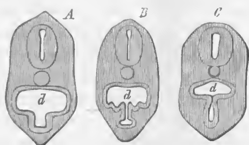


Fig. 376. — Sezione trasversa del capo di una larva di Petromyzon.

Fig. 375. — *h*) Solco faringeo od ipobranchiale (di sopra si vedono nella faringe le aperture interne delle sette fessure branchiali; *v*) *Velum*; *o*) Bocca; *c*) Cuore; *a*) Vescicola uditiva; *n*) Tubo nerveo: *ch*) Corda dorsale.

Fig. 376. — Al disotto della faringe (*d*) si vede il solco faringeo, al disopra la corda dorsale ed il tubo nerveo. *A*, *B*, *C*, Stadii del distacco. Da Gegenbaur.

Quale interessante *organo rudimentale* dell'intestino respiratorio noi dobbiamo ricordare qui ancora la *tiroide* (*thyreoidea*), quella grande ghiandola collocata davanti alla laringe, la quale giace sotto il cosidetto « pomo d'Adamo » e che spesso sopratutto nel sesso maschile sporge fortemente. Essa ha una certa importanza, non ancora ben riconosciuta, per la nutrizione del corpo e si forma nell'embrione staccandosi dalla parete inferiore della faringe. In varie regioni montuose la tiroide è molto disposta ad ingrossarsi patologicamente ed allora forma il gozzo (« struma ») che pende davanti al collo. Molto più grande è però il suo interesse filogenetico. Infatti, come ha dimostrato Guglielmo Müller di Iena, quest'organo rudimentale è l'ultimo residuo di quel « solco ipobranchiale » da noi precedentemente considerato, il quale nelle ascidie e nell'*Amphioxus* scorre inferiormente nella linea mediana della gabbia branchiale e conduce alimenti nello stomaco (cfr. pagg. 287 e 376, fig. 250; come pure tav. XI, figg. 14-16, *y*). Nelle larve dei ciclostomi esso mostra ancora in principio la disposizione originale (figg. 375, 376) (189).

Non meno importanti modificazioni che la prima sezione principale del tubo intestinale, l'intestino cefalico o intestino branchiale (*cephalogaster*), subisce entro alla serie dei nostri progenitori vertebrati la seconda sezione, l'*intestino troncale* o *intestino epatico* (*hepatogaster*). Se noi ora seguiamo più oltre lo sviluppo di questa parte digerente del tubo intestinale troviamo ancora che da un abbozzo primitivamente molto semplice si producono in ultimo organi molto intricati e molteplicemente

complessi. Per maggior chiarezza noi possiamo dividere l'intestino digerente in tre diverse sezioni: l'intestino anteriore (coll'esofago e lo stomaco), l'intestino medio, (duodeno col fegato e il pancreas, il digiuno e l'ileo) e l'intestino posteriore (crasso e retto). Anche qui noi ci imbattiamo di nuovo in estroflessioni od appendici vescicolari del tubo intestinale primitivamente semplice, le quali si trasformano in parti molto diverse. Voi conoscete già due appendici embrionali, il sacco vitellino che pende fuori dal mezzo del tubo intestinale (fig. 377, *c*) e l'allantoide, il quale si produce come potente estroflessione sacciforme dalla sezione posteriore dell'intestino pelvico (*u*). Come estroflessioni della parte mediana e più importante dell'intestino troncale nascono le due grandi ghiandole che sboccano nel duodeno, cioè il fegato (*h*) ed il pancreas.

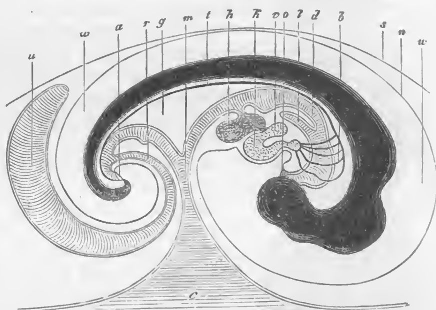


Fig. 377. — Sezione longitudinale dell'embrione di un pulcino (dal quinto giorno di incubazione). Da Baer.

d) Intestino; *o*) Bocca; *a*) Ano; *l*) Polmone; *h*) Fegato; *g*) Mesenterio; *v*) Atrio del cuore; *k*) Ventricolo del cuore; *b*) Arco arterioso; *t*) Aorta; *c*) Sacco vitellino; *m*) Condotto vitellino; *u*) Allantoide; *r*) Peduncolo dell'allantoide; *n*) Amnio; *w*) Cavità amniotica; *s*) Membrana sierosa.

Immediatamente dietro all'abbozzo vescicolare dei polmoni (fig. 377, *l*) segue quella sezione del canale intestinale la quale forma lo *stomaco* (figg. 373, *d*, 374, *b*). Quest'organo a sacco, nel quale avviene sopratutto lo scioglimento e la digestione dei cibi non ha nei vertebrati inferiori quell'alta importanza fisiologica e quella complicata struttura che lo contraddistinguono nei vertebrati superiori. Negli acranii e ciclostomi, come pure in pesci antichi, si può appena distinguere un vero stomaco che vien rappresentato dal breve tratto di passaggio tra l'intestino branchiale ed il duodeno. Anche in altri pesci lo stomaco non appare che come una semplicissima dilatazione fusiforme al principio della regione digerente dell'intestino, la quale dilatazione scorre in linea retta dall'avanti all'indietro nella linea mediana del corpo sotto alla colonna vertebrale. Nei mammiferi il primo abbozzo ha ancora quella semplicità che colà persiste per tutta la vita. Ma molto presto le differenti parti del sacco stomacale cominciano a svilupparsi in diversa misura. Ora, pel fatto che la metà sinistra di questo sacco fusiforme cresce molto più fortemente della destra e che nello stesso tempo avviene un notevole avvolgimento di esso sul suo asse, esso acquista presto una posizione obliqua. L'estremità superiore viene a giacere più a sinistra e l'estremità inferiore più a destra. L'estremità anteriore si estende nel lungo e stretto canale esofageo. Disotto a quest'ultimo si incava a sinistra il cieco dello stomaco (il *fundus*) e così si sviluppa poco alla volta la forma definitiva (figg. 365, 378, *e*). L'asse primitivamente longitudinale discende obliquamente dal disopra e da sinistra al disotto e verso destra e si avvicina sempre più alla posizione trasversale. Nello strato esterno della parete stomacale si sviluppano dal foglietto fibro-cutaneo i poderosi muscoli che determinano le forti contrazioni digestive dello stomaco. Per contro nello strato interno si formano dal

foglietto glandulo-intestinale innumerevoli vescicolette ghiandolari, quelle ghiandole gastriche che forniscono il più interessante succo digestivo, il sugo gastrico o sugo stomacale. All'estremità inferiore del sacco stomacale si forma la chiusura valvolare che, come piloro (*pylorus*), lo divide dall'intestino tenue.

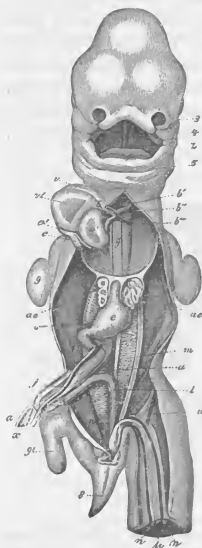


Fig. 378. — Embrione umano di cinque settimane, dal lato ventrale, aperto (ingrandito).

La parete toracica, l'addominale e del fegato sono rimosse. 3. Processo nasale esterno; 4. Mascella superiore; 5. Mandibola; *z*) Lingua; *v*) Ventricolo destro e *v'*) Sinistro; *o'*) Atrio sinistro; *b*) Origine dell'aorta; *b'*, *b''*, *b'''*) Primo, secondo e terzo arco aortico; *c*, *c'*, *c''*) Vene cave; *ae*) Polmoni (*y*, Arterie polmonari); *e*) Stomaco: *m*) Reni primitivi; *j*) Vena ombelicale sinistra; *o*) Arteria porta; *a*) Arteria vitellina destra; *n*) Arteria ombelicale; *u*) Vena ombelicale; *x*) Condotto vitellino; *i*) Intestino terminale; 8. Coda; 9. Arti anteriori (carpomeli); 9'. Arti posteriori (tarsomeli). Da Coste.

Ora al disotto dello stomaco si sviluppa il tratto incomparabilmente più lungo dell' intestino medio o dell'*intestino tenue* propriamente detto. In origine esso è molto breve, affatto diritto e semplice. Ma subito dietro allo stomaco appare già molto per tempo una curvatura a ferro di cavallo ed un avvolgimento del canale intestinale in corrispondenza collo staccarsi del tubo intestinale dal sacco vitellino e collo svilupparsi del primo mesenterio (cfr. tav. V, fig. 14, *g* e fig. 185, pag. 268). Come una piccola ernia ombelicale si produce dall'apertura ventrale dell'embrione, prima della chiusura della parete ventrale, un'ansa intestinale a mo' di ferro di cavallo (fig. 185 *m*) nella cui convessità sbocca il sacco vitellino o vescica ombelicale (*n*). La delicata, sottile membrana che fissa quest' ansa intestinale al lato ventrale della colonna vertebrale e che riempie l'interna concavità della curva a ferro di cavallo è il primo abbozzo del mesenterio (fig. 377 *g*). Il punto più sporgente dell'ansa nel quale sbocca il sacco vitellino (fig. 378 *x*) e che si chiude più tardi per mezzo dell'ombelico intestinale corrisponde a quella parte del futuro tenue che si chiama ileo (*ileum*). Già di buon'ora si rende visibile un notevole accrescimento del tenue; esso viene così obbligato a disporsi in molte anse. Più tardi si differenziano in modo molto semplice le diverse regioni che qui si devono ancora distinguere: il duodeno, che è più vicino allo stomaco, il lungo digiuno che vien dietro e l'ultima regione del tenue, cioè l'ileo.

Dal duodeno si producono in forma di evaginazione le due grandi ghiandole che abbiamo già nominato: il fegato ed il pancreas. Il *fegato* appare dapprima in forma di due sacchetti che sporgono a destra e sinistra subito dietro lo stomaco (figg. 373, *f* e 374, *c*). In molti vertebrati inferiori in principio i due fegati rimangono per molto tempo (nei mixinoidi anzi per tutta la vita) affatto separati o si saldano solo incompiutamente. Invece nei vertebrati superiori i due fegati si fondono presto più o meno compiutamente a formare un grande organo impari. Il foglietto glandulo-intestinale che riveste il cavo abbozzo sacciforme del fegato manda una quantità di germogli ramificati nell'involgente strato fibro-intestinale. Questi germogli pieni (serie di ghiandole cellulari) seguitano a ramificarsi variamente ed i loro rami si collegano cosicchè ne nasce quel particolare intreccio che forma il fegato sviluppato. Le cellule

epatiche, come organi secretori i quali formano la bile, si sono svolte tutte dal foglietto fibro-cutaneo. Invece la massa fibrosa di tessuto connettivo che collega questa vasta rete cellulare in un grande organo compatto e che avvolge il tutto nasce dal foglietto fibro-cutaneo. Da quest'ultimo provengono anche i grandi vasi sanguigni che attraversano tutto il fegato e i cui innumerevoli ramoscelli collegati a rete s'intrecciano colla rete delle trabecole formata dalle cellule epatiche. I canali biliari che attraversano l'intero fegato e che accolgono la bile per mandarla all'intestino si producono quali condotti intercellulari. Essi sboccano tutti insieme nei due primitivi condotti biliari primarii che si originano dalla base delle due primitive evaginazioni intestinali. Nell'uomo ed in molti altri vertebrati questi ultimi si riuniscono più tardi in un canale biliare semplice che sbocca dal lato interno nella parte ascendente del duodeno. La vescica biliare nasce come evaginazione cava dal primitivo condotto epatico destro. La crescita del fegato è dapprima estremamente vivace. Nell'embrione umano esso raggiunge già nel secondo mese di sviluppo una tale estensione che nel terzo mese riempie la parte di gran lunga maggiore della cavità del corpo (fig. 379). In principio le due metà sono egualmente sviluppate, più tardi la destra sorpassa notevolmente la sinistra. In seguito allo asimmetrico sviluppo ed all'avvolgimento dello stomaco e di altri visceri addominali l'intero fegato viene poi spinto a destra. Sebbene più tardi lo sviluppo del fegato non sia più così sproporzionato, tuttavia ancora alla fine della gravidanza esso rimane relativamente molto più grosso che nell'adulto. Il suo peso sta a quello del corpo intero in quest'ultimo come 1 : 36, nel primo come 1 : 18. La sua importanza fisiologica durante la vita embrionale è perciò molto grande e sta sopratutto nella parte che esso prende alla formazione del sangue meno nella secrezione da bile.

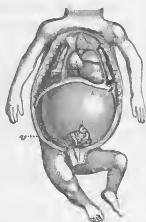


Fig. 379. — Visceri toracici ed addominali di un embrione umano di 12 settimane, in gr. nat. Da Kölliker.

Il capo è omesso. La parete toracica e l'addominale sono esportate; la massima parte della cavità addominale è riempita dal fegato, dalla cui incisura mediana sporge fuori l'intestino cieco (*v*) coll'appendice vermiforme. Al disopra del diaframma sta in mezzo il cuore conico, a destra ed a sinistra di esso sono visibili i piccoli polmoni.

Immediatamente dietro al fegato si produce dal duodeno una seconda grande ghiandola intestinale: il *pancreas*. Essa manca ancora alle due infime classi di vertebrati ed appare per la prima volta nei pesci. Anche quest'organo si produce quale evaginazione cava sacciforme della parete intestinale. Il suo foglietto glandulo-intestinale mette dei germogli pieni ramificati che più tardi diventano cavi. In modo affatto simile alle ghiandole salivari della bocca anche il pancreas si sviluppa in una grande e complicatissima ghiandola racemosa. Il condotto escretore di essa il quale conduce la bile nel duodeno (*ductus pancreaticus*) sembra essere primitivamente semplice ed impari. Più tardi esso è sovente doppio.

L'ultima sezione del tubo intestinale, l'intestino *terminale* o crasso (*telogaster*) in principio nell'embrione dei mammiferi è un semplicissimo tubo breve e diritto che si apre posteriormente per l'ano. Nei vertebrati inferiori esso rimane tale per tutta la vita. Nei mammiferi invece esso cresce considerevolmente, si dispone in molte circonvoluzioni e si differenzia in varie regioni delle quali l'anteriore più lunga è chiamata *colon* (*colon*), la posteriore più breve *retto* (*rectum*). Al principio della prima si forma una valvola (*valvola Bauhini*) che divide il crasso dal tenue. Subito dopo si forma una evaginazione a mo' di tasca che si allarga formando il *cieco*

QUARANTASEIESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi del sistema intestinale umano.

Primo periodo: INTESTINO DI GASTREADE

L'intero sistema intestinale è un semplice intestino primitivo con bocca primitiva.

Secondo periodo: INTESTINO DI RABDOCELO

L'intestino primitivo si provvede, mediante un'invaginazione, di una faringe muscolosa.

Terzo periodo: INTESTINO DI ELMINTO

L'estremità a fondo cieco dell'intestino acquista una seconda apertura: l'ano.

Quarto periodo: INTESTINO DI ENTEROPNEUSTO

Il tubo intestinale si differenzia in due sezioni principali: davanti l'intestino respiratorio (intestino branchiale), posteriormente l'intestino digerente (intestino epatico).

Quinto periodo: INTESTINO DI PROCORDONIO

Il solco ventrale dell'intestino branchiale diventa il solco ipobranchiale.

Sesto periodo: INTESTINO DI ACRANIO

Fra le fessure branchiali appaiono liste branchiali.

Settimo periodo: INTESTINO DI CICLOSTOMO

Dal solco ipobranchiale si svolge la tiroide, il cieco epatico diventa compatta ghiandola epatica.

Ottavo periodo: INTESTINO DI SELACE

Fra le fessure branchiali appaiono archi branchiali cartilaginei; gli anteriori di essi formano le cartilagini labiali e l'impalcatura mascellare. A lato del fegato appare il pancrea.

Nono periodo: INTESTINO DI GANOIDE

Scompaiono i setti fra le tasche branchiali separate. Dalla faringe si produce la vescica natatoria.

Decimo periodo: INTESTINO DI DIPNEUSTO

La vescica natatoria si cambia in polmone, il suo condotto pneumatico in trachea. Le cavità boccale e nasale si congiungono.

Undicesimo periodo: INTESTINO DI ANFIBIO

Le fessure branchiali si chiudono. Le branchie si perdono. Dall'estremità superiore della trachea nasce la laringe. Dall'intestino posteriore si produce la vescica urinaria.

Dodicesimo periodo: INTESTINO DI RETTILE

Le branchie sono affatto scomparse. La respirazione è unicamente polmonare. L'orizzontale vôlta palatina decide la primitiva cavità naso-boccale in una superiore cavità nasale ed una inferiore boccale. Dalla vescica urinaria nasce l'allantoide.

Tredicesimo periodo: INTESTINO DI MONOTREMO

La lingua si trasforma, dalla regione sottolinguale posteriore nasce una nuova lingua. Appaiono tre paia di ghiandole salivari.

Quattordicesimo periodo: INTESTINO DI MARSUPIALE

La cloaca fin qui persistente vien divisa da un tramezzo in una cavità anteriore urogenitale ed un retto posteriore coll'ano.

Quindicesimo periodo: INTESTINO DI CATARRINO

Tutte le parti del sistema intestinale, specialmente la dentatura, raggiungono lo sviluppo che l'uomo condivide colle scimmie catarrine.

(*cœcum*) (fig. 379, *v*). Nei mammiferi erbivori esso diviene molto grande, mentre nei carnivori esso rimane molto piccolo o atrofico. Nell'uomo, come nel più delle scimmie, solo la parte iniziale del cieco diviene grande, la parte cecale terminale resta molto piccola e più tardi non appare che come inutile appendice della prima. Quest'« *appendice vermiforme* » (*appendix vermiformis*) è, come organo rudimentale, interessantissima per la *disteleologia*. La sua unica importanza nell'uomo sta in ciò che talora un nocciolo di ciliegia od un'altra particella alimentare dura ed indigeribile rimane infissa nella sua stretta cavità e così per infiammazione e suppurazione di esso produce la morte di uomini altrimenti sanissimi. Nei nostri progenitori erbivori quest'organo rudimentale era più grande ed aveva un valore fisiologico.

Come importante formazione appendicolare dell'intestino si deve infine ricordare la *vescica urinaria* e l'uretra che per la loro evoluzione e pel loro valore morfologico appartengono al sistema intestinale. Questi organi urinarii che servono da serbatoi e da condotti dell'urina secreta dai reni nascono dalla parte più interna del peduncolo allantoidale. L'allantoide si produce come estroflessione a sacco della parete anteriore dell'ultima parte dell'intestino (fig. 377, *u*). Nei dipneusti ed anfibii, nei quali appare per la prima volta, questo sacco a fondo cieco rimane entro alla cavità del corpo e funge interamente da vescica urinaria. Per contro in tutti gli amnioti esso sporge notevolmente fuori della cavità del corpo dell'embrione e forma il grande « sacco urinario primitivo » dell'embrione, dal quale nei mammiferi superiori nasce la *placenta*. Nel parto questa va perduta. Ma il lungo peduncolo dell'allantoide (*r*) si conserva e forma colla sua parte superiore il legamento medio vescico-ombelicale (*ligamentum vesico-umbilicale medium*), organo rudimentale che risale in forma di cordone pieno dall'apice della vescica urinaria all'ombelico. La parte più bassa del peduncolo dell'allantoide (o dell'« *urachus* ») rimane cava e forma la *vescica urinaria*. Al principio essa nell'uomo sbocca ancora come nei vertebrati inferiori nell'ultima parte dell'intestino posteriore, e vi ha dunque una vera « cloaca » che accoglie nello stesso tempo l'urina e gli escrementi. Però questa *cloaca* fra i mammiferi è solo nei cloacati o *monotremi* che persiste tutta la vita come negli uccelli, rettili ed anfibii. In tutti gli altri mammiferi (marsupiali e placentali) si forma più tardi un tramezzo trasversale che separa l'« apertura urogenitale » collocata anteriormente dalla posteriore apertura anale (cfr. la conferenza XXIX).



VENTOTTESIMA CONFERENZA

Evoluzione del nostro sistema vascolare.

« La comparazione morfologica degli stati compiuti deve naturalmente precedere lo studio degli stati anteriori. È solo in tal modo che lo studio dello sviluppo può avere un orientamento determinato; gli vien dato in pari tempo l'occhio antiveggente pel quale esso può mettere ciascun grado del processo evolutivo in relazione coll'ultimo che deve essere raggiunto. Il trattamento impreparato dell'embriologia va brancolando alla cieca e conduce non raramente ai più deplorevoli risultati che rimangono molto all'indietro di ciò che già prima di qualsiasi ricerca embriogenica poteva essere indubbiamente stabilito ».

Alessandro Braun (1872).

Sangue, chilo e linfa. — Rodociti, merociti e leucociti. Teoria del parablasto e teoria del mesenchima. — Origine polifiletica dei linfoidi e connettivi. — Graduale evoluzione dei vasi e del cuore. Pericardio. — Separazione del celoma cefalico. — Diaframma.

Contenuto della ventottesima Conferenza.

Costituzione ed importanza del sistema circolatorio. — Sangue rosso e sangue bianco. — Rodociti e leucociti. — Prima origine dei vasi. — Cellule vitelline divoratrici: merociti. Loro pseudopodii. — Loro origine. — Teoria dei parablasti e teoria del mesenchima. — Rassomiglianza istologica ed indipendenza genetica dei due gruppi di mesenchima: linfoidi e connettivi. — Origine secondaria e polifiletica dei due gruppi di organi mesenchimali. — Invoglio mesenchimatoso esterno dei tunicati. — Mancanza di vasi sanguigni negli animali inferiori. — Sviluppo graduale del sistema vascolare. — Vasi sanguigni dei nemertini ed annellidi. — Vasi branchiali del *Balanoglossus*. — Cuore dei tunicati. — Regressione del cuore nell'*Amphioxus*. — Progresso del sistema vascolare nei ciclostomi e pesci. — Descrizione della grande e piccola circolazione nei vertebrati superiori. — Origine e trasformazione del cuore nella serie ascendente dei vertebrati. — Mesenterio cardiaco (mesocardio). — Celoma cefalico o cavità cervicale (cardiocelo). — Distacco del pericardio dalle cavità pleurali. — Diaframma. — Migrazione del cuore e del pericardio dal capo nel tronco. — Abbozzo pari del cuore degli amnioti, cenogenetico.

Bibliografia.

OSCAR HERTWIG und RICHARD HERTWIG, *I. Epithel und Mesenchym. II. Das Blutgefässystem und die Leibeshöhle* (*II. Theil der Coelom-Theorie*), 1881.

ALBERT KÖLLIKER, *Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe*, 1884.

ERNST HAECKEL, *Ursprung und Entwickelung der thierischen Gewebe. Ein histogenetischer Beitrag zur Gastraea-Theorie*, 1884.

JULIUS KOLLMANN, *Gemeinsamen Entwickelungsbahnen der Wirbelthiere*, 1885.

JOHANNES RÜCKERT, *Zur Keimblattbildung und Blutbildung bei Selachiern*, 1885-1888.

CARL RABL, *Ueber die Differenzirung des Mesoderms* (*Anatom. Anzeiger*), 1888.

H. E. ZIEGLER, *Die Entstehung des Blutes der Wirbelthiere. — Der Ursprung der mesenchymatischen Gewebe*, 1888.

OTTO BÜTSCHLI, *Ueber die phylogenetische Herleitung des Blutgefäss-Apparates* (*Morphol. Jahrb.*, vol. VIII), 1883.

WILHELM MÜLLER, *Ueber den feineren Bau der Milz*, 1865.

F. MAURER, *Die Kiemengefässe der Amphibien* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XIV), 1888. — *Die erste Anlage der Milz und das erste Auftreten von lymphatischen Zellen* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XVI), 1890.

HEINRICH RATHKE, *Ueber den Bau und die Entwickelung der Venen und Arterien*, 1830-1843.

E. V. BOAS, *Beiträge zur Angiologie der Vertebraten* (*Herz und Gefässe der Anammien*), 1881-1883.

F. HOCHSTETTER, *Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Venensystems* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XIII), 1887.

A. SABATIER, *Études sur le cœur et la circulation centrale dans la série de vertébrés*, 1873.

G. BORN, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Säugethier-Herzens*, 1889.

CARL RABL, *Ueber die Bildung des Herzens der Amphibien* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XII), 1887.

XXVIII.

Signori!

L'applicazione che finora abbiamo fatta della nostra legge fondamentale biogenetica nell'organogenia vi avrà data una chiara idea della misura nella quale noi possiamo applicarla nella ricerca della filogenesi. Questa misura è nei diversi sistemi organici molto diversa: e ciò dipende dal fatto che da un lato l'*ereditarietà*, dall'altro la *variabilità* sono nei varii organi molto differenti. Mentre alcune parti del corpo conservano fedelmente per eredità il primitivo modo filogenetico di sviluppo ereditato dagli antichissimi antenati animali e rimangono tenacemente saldi nell'ontogenesi ereditata, viceversa altre parti del corpo mostrano pochissima tendenza ad una rigorosa eredità e sono piuttosto atte ad entrare, per adattamento, in nuove vie cenocenetiche di sviluppo ed a variare la primitiva ontogenesi. Quei primi organi rappresentano nello stato policellulare dell'organismo umano l'elemento *conservativo*, questi ultimi invece l'elemento *progressivo* di sviluppo. Dall'azione vicendevole dei due indirizzi risulta l'indirizzo dell'evoluzione storica.

Solo per gli *organi conservativi*, pei quali nel corso della filogenesi l'eredità conserva la preponderanza sull'adattamento, noi possiamo applicare direttamente l'ontogenia alla filogenia e dalle trasformazioni poligenetiche delle forme embrionali indurre le antichissime trasformazioni delle forme stipiti. Per gli *organi progressivi* invece, nei quali l'adattamento ha preso il sopravvento sull'eredità, per lo più l'originario processo d'evoluzione è stato nel corso dei tempi così alterato, falsato ed abbreviato che dai fenomeni cenogenetici dell'ontogenesi non apprendiamo che ben poco di sicuro sulla filogenesi. Qui ci deve allora venire in aiuto l'anatomia comparata la quale spesso ci fornisce sulla filogenesi dei dati molto più importanti ed attendibili che non possa fare l'ontogenesi. Vedete da ciò quanto sia importante per la retta e critica applicazione della legge biogenetica fondamentale di tener sempre presente i *due lati* di essa. La prima metà di questa legge fondamentale di evoluzione ci apre la via della filogenesi insegnandoci a riconoscere approssimativamente dal corso dell'ontogenesi quello della filogenesi: *la forma embrionale ripete per eredità la corrispondente forma stipite* (*palingenesis*). Ma la seconda metà di essa limita questa proposizione fondamentale e ci rende avvisati della cautela colla quale noi dobbiamo applicarla: essa ci mostra che la primitiva ripetizione della filogenesi nel corso di molti milioni d'anni è stata variamente mutata, falsata ed abbreviata dall'ontogenesi: *la forma embrionale si è per adattamento allontanata dalla corrispondente forma stipite* (*cenogenesis*). Quanto più oltre è andato quest'adattamento, tanto più noi siamo obbligati nella ricerca della filogenesi a tener conto dell'anatomia comparata.

Forse per nessun sistema organico del corpo umano ciò avviene tanto come per quello sulla cui complicata evoluzione noi stiamo qui per gettare uno sguardo, cioè pel

sistema circolatorio o *vascolare* (*vascolato*). Se, partendo solo dai fenomeni che ci sono offerti dallo sviluppo individuale di questo sistema organico nell'embrione dell'uomo e degli altri vertebrati superiori, volessimo trarre conclusioni sulla sua originaria costituzione nei nostri antichi antenati animali, noi giungeremmo a concetti interamente sbagliati. Per una quantità di influentissimi adattamenti embrionali, fra i quali deve essere considerato come importantissimo lo svilupparsi di un grande *vitello nutritivo*, l'originario processo dell'evoluzione del sistema vascolare nei vertebrati superiori è stato tanto alterato, falsato ed accorciato che di molte fra le più importanti condizioni filogenetiche poco o nulla dell'ontogenesi è qui rimasto. Davanti alla spiegazione di quest'ultima noi ci fermeremmo miseramente se l'*anatomia* e l'*ontogenesi comparata* non ci soccorresse e non ci mostrasse la retta via per giungere alla vera filogenesi.

Il sistema vascolare nell'uomo come in tutti i cranioti costituisce un intricato apparato di cavità che sono piene di umori o di liquidi contenenti cellule. Questi « vasi » hanno parte importante nella nutrizione del corpo. In parte essi conducono in giro nelle diverse parti del corpo il rosso liquido sanguigno nutritivo (*vasi sanguigni*), in parte essi prendono dalla parete dell'intestino il chilo acquistato colla digestione (*vasi chiliferi*), in parte raccolgono gli umori già utilizzati e li conducono via dai tessuti (*vasi linfatici*). Con questi ultimi sono anche connesse le grandi « cavità sierose » del corpo, anzitutto la cavità del corpo o celoma. I vasi linfatici conducono tanto la linfa incolora come il bianco chilo nella parte venosa delle vie sanguigne. Come centro motore per la regolare circolazione degli umori funziona il *cuore*, robusto sacco muscolare che regolarmente pulsando si contrae e che, come una pompa, è munito di valvole. Solo con questa costante e regolare circolazione del sangue è possibile il complicato ricambio di materiale degli animali superiori.

Ora per quanto sia grande l'importanza del sistema vascolare per i corpi animali superiormente sviluppati, voluminosi e fortemente differenziati, tuttavia esso non è per nulla un apparato così indispensabile per la vita animale come per solito si ammette. L'antica medicina considerava il *sangue* come la vera sorgente della vita e la « patologia umorale » attribuiva il più delle malattie alla « guasta composizione del sangue ». Così pure negli oscuri concetti che tuttora dominano sull'*eredità* al *sangue* è attribuita la parte principale. Come si parla comunemente di sangue intero, di mezzo sangue, ecc. così è generalmente sparsa l'opinione che la trasmissione ereditaria di determinati caratteri morfologici e fisiologici dai genitori ai figli « sta nel sangue ». Che questi comuni concetti siano completamente falsi potete già ricavarlo da ciò che nè nell'atto della generazione il sangue è trasmesso direttamente dai genitori al germe generato, nè l'embrione giunge di buon'ora a possedere del sangue. Voi sapete già che nell'embrione di tutti i vertebrati non solo il differenziamento dei quattro foglietti germinativi secondarii, ma anche l'abbozzarsi degli organi più importanti, hanno già avuto luogo prima che si sia posta la prima base del sistema circolatorio, del cuore e del sangue. Dato questo fatto ontogenetico noi dobbiamo annoverare il sistema vascolare dal punto di vista filogenetico fra le più recenti strutture del corpo animale come viceversa dobbiamo annoverare il sistema intestinale fra le più antiche. Ad ogni modo il sistema vascolare non è sorto che molto più tardi dal sistema intestinale.

Se si tien giusto calcolo delle due parti della legge biogenetica fondamentale, si può dall'ordine ontogenetico in cui nell'embrione appaiono gli uni dopo gli altri i

diversi *organi* del corpo animale ricavare una conclusione approssimativa riguardo all'ordine filogenetico in cui gli stessi organi si sono svolti gradatamente gli uni dopo gli altri nella serie dei progenitori animali. Nella mia teoria della gastrea ho fatto un primo tentativo per stabilire in tale guisa « l'importanza filogenetica della successione ontogenetica dei sistemi organici ». Tuttavia è da osservare che questa successione nei tipi animali superiori non è dappertutto la stessa. Nel tipo dei vertebrati e perciò anche nella serie dei nostri stessi antenati, l'ordine d'età dei sistemi organici si presenterà, abbastanza sicuramente così: I. Sistema cutaneo (A) e sistema intestinale (B). II. Sistema sessuale (C). III. Sistema nerveo (D) e sistema muscolare (E). IV. Sistema escretore (F). V. Sistema vascolare (G). VI. Sistema scheletrico (H).

Nello stesso modo anche i differenti *tessuti* del nostro corpo permettono la distinzione della loro età filogenetica in corrispondenza colla successione del loro differenziamento nell'embrione. Dapprima non appaiono che *epitelii* o semplici strati cellulari: il blastoderma ed i due foglietti germinativi primarii che per gastrulazione ne risultano. Anche i due foglietti medii dai quali più tardi nascono i più varii tessuti non sono in principio (come pareti delle tasche celomiche) che semplici epitelii. A questi antichissimi tessuti *primarii* si contrappongono come recenti tutti gli altri tessuti secondarii od apotelii. Fra questi noi possiamo ancora distinguere due gruppi, il tessuto *neuro-muscolare* (nervi e muscoli) ed il *tessuto mesenchimatoso* (connettivi e linfoidi). Nell'*Amphioxus*, che anche sotto questo rapporto ci dà le più importanti indicazioni filogenetiche, anche gli apotelii conservano ancora per lungo tempo il loro primitivo carattere epiteliale, il mesenchima (tessuto sanguigno e connettivo) non giunge qui ad un importante sviluppo. La classificazione dei tessuti che si ricava da questi punti di vista è più ampiamente svolta nel mio scritto sull'« origine ed evoluzione dei tessuti animali » (1884).

« Il sangue è un umore affatto speciale (Faust) ». L'importantissimo liquido nutritizio che, come sangue o linfa, circola nei complicati canali del nostro sistema vascolare, non è un semplice liquido limpido, ma un umore chimicamente molto complesso nel quale vivono miliardi di cellule natanti. Queste « cellule del sangue » hanno per le complesse funzioni vitali del corpo animale superiore un'importanza tanto grande quanto le monete circolanti per l'intricato commercio di un civilissimo stato. Come i cittadini di questo sovvengono nel modo più comodo ai bisogni della loro nutrizione mediante le monete circolanti, così anche i diversi tessuti cellulari che quali microscopici cittadini compongono il nostro multicellulare corpo umano ricevono più acconciamente il loro nutrimento dalle cellule circolanti del sangue. Queste « *cellule del sangue* » (*emociti*) nell'uomo come in tutti gli altri cranioti sono di due sorta: cellule sanguigne rosse o *globuli rossi* (*rodociti*) e cellule sanguigne incolore o *cellule linfatiche* (*leucociti* o globuli bianchi). Il colore rosso del nostro sangue è dovuto all'accumularsi in massa delle prime, mentre queste ultime circolano fra di esse in numero molto più piccolo. Quando il numero di queste ultime cresce alle spese delle prime sottentra la clorosi o leucemia.

Le *cellule linfatiche* (*leucociti*), i così detti « globuli bianchi » o cellule incolore del sangue, sono filogeneticamente più antiche, e nel regno animale molto più generalmente sparse che non le cellule rosse. La grande maggioranza degli animali invertebrati che hanno acquistato un « sistema vascolare » indipendente, un « apparato circolatorio » di nutrizione, non ha nel liquido sanguigno circolante che cellule linfatiche incolore. Fanno eccezione i nemertini (fig. 388) ed alcuni gruppi di annellidi.

Se noi esaminiamo sotto al microscopio a forte ingrandimento il sangue incoloro del nostro gambero o di un gasteropodo (fig. 380), noi scorgiamo in ciascuna gocciola numerosi *leucociti* mobili che morfologicamente e fisiologicamente si comportano affatto come *amebe* indipendenti (fig. 16, pag. 92). Come questi unicellulari protozoi anche le nostre incolore cellule sanguigne si aggirano strisciando lentamente mutando continuamente l'aspetto del loro amorfo corpo protoplasmatico e mandando processi digitiformi ora in questa ora in quella direzione. Come le amebe anche queste cellule accolgono nell'interno del loro corpo cellulare dei corpiccioli formati. Per quest'ultima facoltà questi plastidii ameboidi vengono detti *fagociti* (cellule divoratrici), per la prima vengono detti *planociti* (cellule erranti). Le importanti ricerche dell'ultimo decennio hanno stabilito che questi leucociti hanno la massima importanza fisiologica e patologica per l'organismo. Essi possono prendere dalla parete dell'intestino degli elementi formati o disciolti e portarli nel chilo al sangue. Emigrando in quantità per minuti pori dei capillari ed accumulandosi nei punti irritati del corpo essi producono infiammazione. Essi possono divorare e distruggere i batterii, temuti portatori delle malattie infettive; però essi possono anche trasportare più oltre queste nocive monere e produrre nell'organismo nuovi focolari d'infezione. È probabile che i sensibili ed errabondi leucociti dei nostri antenati invertebrati hanno già da milioni d'anni cooperato in modo rilevante alle filogenesi della progrediente organizzazione animale.

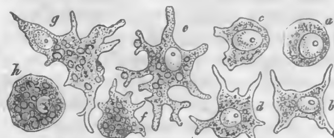


Fig. 380.
Fagociti del sangue di un gasteropodo marino (*Thetis*) (cfr. pag. 93).

Ciascuna cellula sanguigna incolora può assumere successivamente le otto diverse forme rappresentate in *a*-*h*.

I *globuli rossi* o « cellule rosse del sangue » (rodociti od eritrociti) hanno una distribuzione od una funzione molto più limitata che non quelle cellule « universali » che sono i leucociti. Esse hanno però anche un'importanza rilevante per determinate funzioni dell'organismo dei cranioti, sopratutto pel *ricambio dei gas*, cioè per la respirazione. Le cellule sanguigne rosso-cupe del sangue carbonioso o venoso le quali hanno raccolto dell'acido carbonico o dai tessuti animali abbandonano quest'ultimo, negli organi respiratorii; invece esse assorbono nuovo ossigeno e così acquistano quel colore rosso chiaro che distingue il sangue ossidico od arterioso. La sostanza colorante rossa del sangue (*emoglobina*), il substrato dello scambio di colore e di gas, è distribuita ugualmente in lacune del loro protoplasma. Le cellule rosse del più dei vertebrati sono dischi ellittici piatti e racchiudono un nucleo della stessa forma; la loro grandezza è molto diversa (fig. 381). I mammiferi si distinguono da tutti i rimanenti vertebrati per la forma circolare delle loro biconcave cellule sanguigne, come pure per la mancanza del nucleo (fig. 1); solo taluni generi (per esempio, i camelli) hanno conservato la forma elittica ereditata dai rettili (fig. 2). Negli embrioni dei mammiferi i globuli rossi hanno ancora il nucleo e la facoltà di moltiplicarsi per divisione (fig. 10, pag. 86).

L'*origine delle cellule rosse del sangue* e quella dei vasi nell'embrione, come pure i loro rapporti coi foglietti germinativi e tessuti costituiscono una delle più difficili questioni ontogenetiche, una di quelle questioni oscure sulle quali vengono sostenute anche oggidì dai più competenti scienziati le più differenti opinioni. In

generale per vero sta fermo che la massima parte delle cellule che compongono i vasi ed il loro contenuto originano dal *mesoderma*, e cioè dal *foglietto fibro-intestinale;* anzi appunto per ciò questo « foglietto viscerale del celoma » ebbe già dal Baer il nome di « strato vascolare », più tardi « foglietto vascolare ». Ma altri osservatori credibili affermano che una parte di quelle cellule provenga anche da altri foglietti germinativi, specialmente dal foglietto glandulo-intestinale. Se noi esaminiamo delle sezioni trasverse di pulcino, di quel più antico e prediletto oggetto dell'embriologia, noi troviamo già molto per tempo le già descritte « aorte primitive » (fig. 383, *ao*) sotto, nell'angolo ventrale fra l'episoma (P*o*) e l'iposoma (S*p*). La sottile parete di questi antichissimi vasi dell'embrione degli amnioti risulta di cellule piatte (di cosidetti

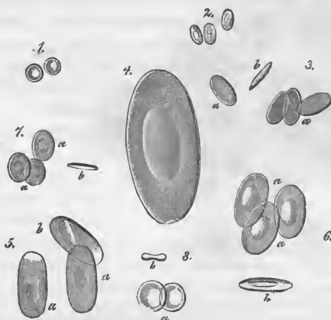


Fig. 381.
Cellule rosse del sangue di diversi vertebrati (a pari ingrandimento).

1. Di uomo; 2. Cammello; 3. Piccione; 4. Proteo; 5. Tritone (salamandra d'acqua); 6. Rana; 7. Cobite; 8. Lampreda: *a*) Veduta di fronte; *b*) Di profilo. Da Wagner.

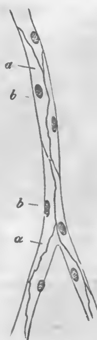


Fig. 382. — Tessuto dei vasi o *endothelium* (*vasalium*). Un capillare del mesenterio.

a) Cellule vascolari; *b*) Loro nuclei.

endotelii od epitelii vascolari): il liquido del loro interno contiene già numerose cellule sanguigne rosse; tanto quelle come queste si sono staccate dal foglietto fibro-intestinale. Lo stesso vale pei vasi dell'area germinativa (fig. 383, *v*) che stanno sull'invoglio entodermico del sacco vitellino (*c*). Questi rapporti anche più chiaramente che dalla fig. 383, sono mostrati dalla sezione trasversa dell'embrione di anitra della fig. 319, pag. 470. Qui si vede chiaramente come sul « foglietto vascolare » o foglietto viscerale della splancnopleura emigrino molte cellule stellate e si diffondano dappertutto nel « celoma primario », cioè nelle lacune fra i foglietti germinativi primarii. Una parte di queste cellule erranti si raduna per rivestire a mo' di tappeto la parete delle maggiori lacune e forma così i primi vasi; un'altra parte penetra nella cavità di essa, cioè nel liquido che la riempie e si moltiplica per divisione: sono le prime cellule sanguigne.

Ora oltre a queste cellule mesodermali del « foglietto vascolare propriamente detto » prendono però ancora parte alla formazione del sangue nei vertebrati meroblastici (segnatamente pesci) anche altri planociti di cui sono ancora dubbie l'origine e l'importanza. I più importanti di essi sono quelli che furono descritti nel modo più

esatto del Rückert sotto al nome di « *merociti* ». Queste « cellule vitelline divoratrici » si trovano distribuite in gran numero nel grande vitello nutritivo dei selaci, specialmente però nel bastione vitellino, in quella zona marginale del disco germinativo nella quale si forma dapprima la rete sanguigna embrionale. Il nucleo dei merociti raggiunge una grandezza decupla del diametro di un comune nucleo cellulare e si distingue per la sua intensa colorabilità, per la speciale ricchezza di cromatina (pag. 109). Il suo corpo protoplasmatico è simile alle cellule stellate del tessuto osseo (astrociti) e si comporta al tutto come un vero rizopodo (per esempio, Gromia); esso emette all'intorno numerosi prolungamenti che si ramificano ed irraggiano all'interno nel vitello nutritivo. Questi prolungamenti mutabili e mobilissimi, i *pseudopodii dei merociti*, servono tanto alla locomozione come alla presa degli alimenti; come nei veri rizopodi essi inglobano i materiali nutritivi solidi (granuli vitellini e lamelle

Fig. 383. — Sezione trasversa del tronco di un embrione di pollo di 45 ore. Da Balfour.

A) Esoderma (lamina cornea); *Mc*) Tubo midollare; *ch*) Corda; *C*) Entoderma (foglietto glandulo-intestinale); *Pv*) Protosegmento (episomite); *Wd*) Canale dei reni primitivi; *pp*) Celoma (cavità secondaria del corpo; *So*) Foglietto fibro-cutaneo; *Sp*) Foglietto fibro-intestinale; *v*) Vasi sanguigni in quest'ultimo; *a o*) Aorte primitive, contenenti cellule rosse del sangue.

vitelline) ed accumulano attorno al grande nucleo il nutrimento preso e digerito. Si possono perciò considerare queste cellule vitelline tanto come *fagociti* quanto come *planociti*. Il loro vivace nucleo si divide rapidamente e spesso ripetutamente, cosicchè nascono in breve tempo molti nuovi nuclei; ciascun nuovo nucleo avvolgendosi in un mantello di protoplasma fornisce una nuova cellula per la costruzione dell'embrione. Una parte di queste cellule embrionali sarebbe impiegata all'ingrandimento dell'entoderma, un'altra alla formazione di cellule sanguigne. « I merociti da una parte prendendo continuamente nuovo materiale nutritivo dal vitello e dall'altra parte portandolo continuamente in forma di cellule ai foglietti germinativi dell'embrione in formazione costituiscono un importante anello di passaggio fra quest'ultimo ed il vitello » (Rückert). In guisa simile ai selaci si comportano sotto questo riguardo anche molti altri pesci, come pure i rettili ed uccelli.

L'origine dei merociti è ancora dubbia. Alcuni embriologi li fan derivare direttamente dal foglietto germinativo interno e ritengono che parte delle cellule entodermiche continuamente esca da esso e si moltiplichi (Rückert, Hoffmann, e diversi). Altri invece ammettono che essi si producano da uno speciale strato di cellule che si è formato nella periferia del disco germinativo fra i due foglietti primarii e che può venire considerato come un mesoderma periferico (*acroblasto* di Kollmann, emoblasto di Rauber ed altri). Una terza opinione fu esposta 25 anni sono dall'His e pose il fondamento della sua celebre « *Teoria dei parablasti* ». Secondo quest'ammiratissima teoria,

tutte le cellule che compongono i tessuti del sistema sanguigno e del sistema scheletrico (connettivo, cartilagine, ossa, ecc.) non appartengono affatto al corpo dell'embrione sessualmente generato ma sono estranei immigranti partenogenetici nati per « immacolata concezione » da virginee cellule follicolari dell'ovario materno. Ciascun vertebrato (perciò anche l'uomo) sarebbe dunque un essere duplice, che si forma per *simbiosi*, pel fondersi insieme di due animali indipendenti affatto diversi. Sebbene quest'antinaturale teoria dei parablasti e le affini teorie pseudomeccaniche di His abbiano fatto per un decennio molto rumore, esse tuttavia sono ora quasi generalmente abbandonate (cfr. pag. 47 come pure il mio scritto sullo « scopo e vie della moderna storia dell'evoluzione », 1875).

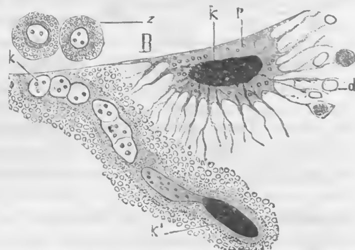


Fig. 384. — Merociti di un embrione di squalo, cellule sanguigne simili a rizopodi collocate sotto alla cavità blastodermica (*B*). Da Rückert.

z) Due cellule entodermiche; *k*) Nuclei dei merociti che si aggirano nel vitello e mangiano piccole zolle vitelline (*d*); *k*) Piccoli nuclei superficiali più chiari; *k'*) Nucleo più profondo nell'atto di dividersi; *k''*) Nucleo marginale ricco di cromatina, liberato dal circostante vitello per mostrare i numerosi pseudopodii del protoplasmatico corpo cellulare.

Per giudicare su quelle cellule sanguigne e sulla prima formazione del sangue nell'embrione dei vertebrati si devono, secondo la mia opinione, tener salde queste *proposizioni fondamentali* che devono servire di guida: 1° Il formarsi dei merociti nel vitello ed il loro impiego nell'embrione dei vertebrati meroblastici è in ogni caso un fenomeno *cenogenetico*, poichè tutti i vertebrati meroblastici discendono da anteriori oloblastici il cui embrione *palingenetico* non possiede ancora per nulla un indipendente vitello nutritivo (pagg. 128, 139, 174). 2° Perciò le cellule vitelline, o merociti, dei recenti vertebrati meroblastici erano rappresentati negli oloblastici più antichi da cellule del foglietto germinativo interno o dal mediano che ne deriva (cellule vitelline nella parete ventrale progastrica dei ciclostomi, ganoidi, anfibii). 3° *Sacco vitellino* ed *area germinativa sono sempre parti dell'embrione;* i primi possono solo come organi embrionali (*embryorgana*) venir contrapposti al corpo definitivo (*menosoma*) dell'ultimo (pag. 200, 210). 4° Poichè in tutti i vertebrati il *mesoderma* proviene dall'*entoderma* pel quesito della prima origine delle cellule sanguigne è di secondaria importanza che esse si debbano derivare tutte dal primo (« foglietto cutaneo ») od in parte anche dal secondo. 5° Poichè le cellule sanguigne primitive o *cellule linfatiche* sono *veri planociti*, esse possono già molto di buon'ora staccarsi dal loro sito di formazione nel foglietto embrionale ed emigrare in lontane regioni dell'embrione.

Spesso si è erroneamente scambiato colla falsa teoria dei parablasti di His la posteriore *teoria del mesenchima* di Hertwig stabilita da questo distinto embriologo nella sua *Teoria del celoma* e da lui svolta più ampiamente nel suo *Trattato di embriologia*. Sotto il nome di *mesenchima*, germe intermedio o foglietto intermedio, l'Hertwig comprende insieme tutti quegli abbozzi embrionali che non nascono direttamente o per ripiegatura dai quattro foglietti secondari epiteliali ma che invece nascono pel fatto che singole cellule di essi si staccano dal loro collegamento epiteliale; esse, penetrando dappertutto come ameboidi planociti (cellule erranti) nelle

lacune e fessure fra i quattro foglietti secondarii e moltiplicandosi dànno origine in lontanissime parti del corpo ad organi diversi. Per solito le cellule del mesenchima secernono fra di loro abbondanti quantità di massa intermedia o sostanza intercellulare; questa è liquida ed amorfa nel sangue, solida e formata nella sostanza connettiva (fig. 386). Il semifluido tessuto gelatinoso (fig. 385) costituisce una forma intermedia tra le due. Poichè Hertwig nella sua variamente feconda *Teoria del mesenchima* contrappone i due grandi gruppi di tessuti delle « sostanze connettive » (*connettivi*) e delle « sostanze sanguigne » (*linfoidi*) a tutti gli altri abbozzi embrionali riuniti, e perciò anche separa in uno speciale capitolo « gli organi del foglietto intermedio o mesenchima », come speciale gruppo primario, da tutte le rimanenti parti del corpo (dagli « organi del foglietto interno, medio ed esterno ») ne risulta una rassomiglianza *esterna* colla falsa teoria dei parablasti di His. La differenza fondamentale fra le due teorie appare chiara subito quando si ricordi che secondo la prima *tutte* le cellule dell'embrione provengono dalla primitiva cellula-stipite (*cytula*), mentre esse secondo l'ultima hanno origine variamente diversa e solo secondariamente, per simbiosi, sono riunite (pagina 47).

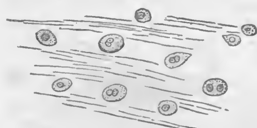


Fig. 385. — Tessuto gelatinoso del corpo vitreo di un embrione di quattro mesi. (Cellule rotonde in sostanza intercellulare gelatinosa).

La teoria del mesenchima, tanto come la teoria dei parablasti, è stata molto variamente compresa, ed ha provocato un'estesa bibliografia. Per giudicarla si devono, a mio vedere, tener ferme le seguenti proposizioni fondamentali: 1° le diverse formazioni del mesenchima possono solo in senso *istologico* venir considerate come un'unità, come abbozzi embrionali che nascono per secrezione di sostanza intermedia fra i planociti. 2° Poichè questi *planociti*, o cellule erranti, non si sciolgono mai che *secondariamente* dalla connessione con uno dei foglietti embrionali primarii, essi devono venir *subordinati* a questi ultimi, e non possono venir contrapposti ad essi come formazioni equivalenti o coordinate. 3° I due gruppi primarii del mesenchima embrionale, i *linfoidi* (tessuto sanguigno) ed i *connettivi* (tessuto connettivo) sono per vero istologicamente ed ontogeneticamente molto simili ed apparentemente collegati da stati intermedii (per esempio, dal « tessuto gelatinoso », fig. 385); essi però sono fisiologicamente e filogeneticamente essenzialmente diversi. 4° Gli *organi linfoidi* (linfa e sangue, vasi linfatici e vasi sanguigni) non nascono da un « foglietto vascolare » unito, ma provengono da molti inizii locali originariamente separati (ciascuno da un gruppo localizzato di cellule erranti, da una « *colonia di planociti* »); queste « *isole sanguigne* » non si sono unite che successivamente a formare dei *vasi*, e questi non si sono riuniti che molto più tardi a formare un *sistema* vascolare unito; gli organi centrali di quest'ultimo sono fileticamente più recenti che non le parti periferiche (fessure tra i foglietti germinativi). 5° Gli *organi connettivi* dei vertebrati provengono invece da « *lamine embrionali* » (*blastoplattae*) nettamente limitate, cioè da aree *epiteliali* dei foglietti germinativi (e precisamente dei due foglietti medii) le quali morfologicamente costituiscono determinati abbozzi di organi tanto come i singoli

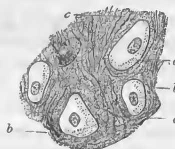


Fig. 386. — Tessuto cartilagineo della cartilagine reticolata del padiglione uditivo. Da Frey.

a) Cellule; *b*) Sostanza intercellulare; *c*) Fili di essa.

abbozzi di organi del foglietto interno ed esterno; così il corio nasce da una lamina coriaria (*dermoblasto*), lo scheletro assile da una lamina scheletrica (*scleroblasto*) e la parete fibrosa dell'intestino da una lamina mesenterica (*mesenteroblasto*). 6° Le forme più semplici e primitive di questi organi connettivi (lamina coriaria, lamina scheletrica e lamina mesenterica) sono negli acranii (*amphioxus*) permanentemente e negli embrioni dei cranioti (*selaci*) transitoriamente semplici epitelii ad un solo strato; solo più tardi in questi ultimi provengono da essi i tessuti « mesenchimatosi » o connettivi. 7° Tutti questi abbozzi fondamentali dei connettivi sono in principio privi di vasi sanguigni e non hanno nulla da fare coi loro indipendenti abbozzi embrionali. 8° Perciò non vi ha nei vertebrati un « germe connettivo » (« parablasto » o « dermoemoblasto »), una base unica dei linfoidi e connettivi.

Fondamentali per questo concetto del « mesenchima » sono le importanti ricerche pubblicate nel 1883 nell'*Anatomischer Anzeiger* dall'Hatschek « sulla formazione degli strati dell'Amphioxus » e da Rabl « sul differenziamento del mesoderma ». L'indipendenza che qui viene stabilita fra le due diverse formazioni mesenchimali, fra i linfoidi e connettivi, vi è dimostrata *ontogeneticamente*, ne risulta però in pari tempo la loro indipendenza *filogenetica*. Di fatto l'anatomia comparata e l'ontogenesi ci insegnano che queste due sorta di organi mesenchimali sono sòrte indipendentemente l'una dall'altra, e *polifileticamente*. Potenti connettivi (mesodermici tessuti di sostegno e scheletri) si sviluppano già nei diversi tipi dei celenterii (spongie, coralli, platodi) sebbene questi non abbiano ancora traccia di linfoidi. Così pure appaiono dei planociti negli embrioni e nelle larve degli elminti, echinodermi (fig. 387) e di altri celomari molto prima che si sviluppino vasi sanguigni. D'altra parte può formarsi del sangue nel celoma primario (per emigrazione di planociti) senza che tuttavia venga a svilupparsi del connettivo (diversi elminti).

I tunicati (*Tunicata*) mostrano nel loro caratteristico mantello un curiosissimo *invoglio mesenchimale esterno* che racchiude tutto il resto del corpo. Negli animali più bassi e più antichi di questo tipo la tunica è un'amorfa membrana di cellulosa, una cuticola, che viene secreta dallo strato cellulare più esterno dell'esoderma, dalla lamina cornea od epidermide. Ma nei tunicati superiori e più recenti dei planociti guizzano fuori di quest'ultima e vanno nella cuticula dove si moltiplicano e secernono fra di loro nuove masse di cellulosa, così *l'esterna cuticola si trasforma in un invoglio di mesenchima* le cui molteplici trasformazioni corrispondono interamente a quelle del comune tessuto connettivo interno (cfr. pagg. 294, 319). Quando questa *tunica di connettivo* diviene più spessa, si insinuano in essa coi loro vasi sanguigni delle estroflessioni del sottostante integumento. Così anche nei vertebrati dei vasi sanguigni nutrizii penetrano secondariamente nei diversi organi connettivi come nei rimanenti organi del corpo.

Dei dodici tipi del regno animale che noi abbiamo precedentemente distinti (pag. 370) la metà (I-VI *Phylon*) non ha ancora vasi sanguigni. Essi appaiono per la prima volta negli *Elminti*. Come loro più antico punto di partenza si deve considerare la « *cavità primaria del corpo* », quella semplice cavità fra i due foglietti germinativi primarii che o persiste come residuo della cavità di segmentazione (*blastocelo*) (fig. 387) o si forma a nuovo in via secondaria come fessura fra di essi (*schizocelo*). Cellule ameboidi erranti (*planociti*) che emigrano dall'entoderma ed arrivano in questa cavità primaria dal corpo (*protocelo*) piena di liquido, seguitano qui a vivere e si moltiplicano, formano le prime « cellule sanguigne incolore » (*leucociti primarii*). In questa

semplicissima forma noi troviamo ancora oggidì il sistema vascolare nei briozoi (*bryozoa*), rotiferi (*rotatoria*), nematodi (*nematoda*) ed altri elminti inferiori.

Un primo progresso nel perfezionamento di questo più primitivo sistema vascolare avviene per lo svilupparsi di canali maggiori o tubi che conducono sangue. Le fessure ripiene di sangue, i resti della cavità primaria del corpo, acquistano una speciale parete. Tali « *vasi sanguigni* » proprii (in senso stretto) appaiono nei vermi in forma molto varia, ora molto semplice, ora molto complessa. Si deve considerare come la forma che diede la prima base pel più complicato sistema vascolare dei vertebrati quella costituita da due principali vasi primordiali o « *vasi primitivi* »: un *vaso dorsale* che scorre nella linea mediana della parete dorsale dell'intestino, ed un *vaso ventrale* che scorre nella linea mediana della parete ventrale dell'intestino,

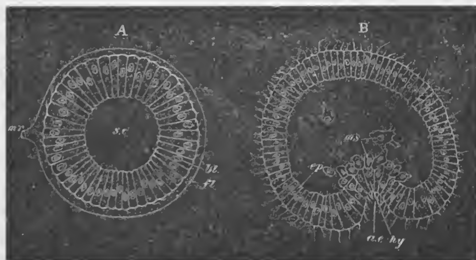


Fig. 387. — A, Blastula di un'oloturia; B, La stessa al principio della gastrulazione (in sezione ottica). Da Selenka.

Fin da quando la sfera cava delle blastocisti (*A*) si invagina (*B*), delle cellule ameboidi (*planociti*) migrano nella gelatina della cavità blastodermica (*blastocelo* o cavità primaria del corpo, *sc*) e formano qui un mesoderma primitivo (*ms*); *bl*) Blastoderma; *ep*) Foglietto cutaneo (esoderma); *hy*) Foglietto intestinale (entoderma); *ae*) Intestino primitivo; *fl*) Blastolemma (invoglio embrionale amorfo); *mr*) Micropilo.

dall'avanti all'indietro. Da quel vaso primitivo dorsale origina l'*aorta* (od *arteria principale*), da questo vaso primitivo ventrale la *vena intestinale* (*vena principale* o « vena subintestinale »). All'avanti ed all'indietro i due vasi sono connessi da un'ansa che ricinge l'intestino. Il sangue rinchiuso nei due tubi è spinto in avanti dalle loro contrazioni peristaltiche.

I più bassi elminti, nei quali appaia per la prima volta un simile sistema indipendente di vasi sanguigni sono i *nemertini* (*Nemertina*, fig. 388). Per solito essi possiedono tre vasi longitudinali paralleli che sono connessi da anse: un impari vaso dorsale sull'intestino e due vasi laterali pari a destra e sinistra. In alcuni nemertini il sangue è già colorato in rosso e la sostanza colorante rossa è vera *emoglobina* legata a cellule sanguigne discoidi ellittiche, come nei vertebrati. Come si sia svolto più oltre questo semplicissimo abbozzo del sistema di tubi sanguigni ce lo mostra la classe degli *annellidi* nei quali noi lo troviamo in diversissimi gradi di sviluppo. Dapprima si formano tra il vaso dorsale e il ventrale numerose anastomosi trasverse che cingono come anelli l'intestino (fig. 389). Altri vasi si spingono nella parete del corpo e vi si ramificano per portare anche a questa del sangue. Ai due grandi vasi principali del piano mediano si aggiungono spesso ancora due vasi laterali, uno destro ed uno sinistro;

così per esempio nelle sanguisughe. Anche gli *Enteropneusti* (*Balanoglossus*, fig. 362) hanno quattro di tali vasi longitudinali paralleli. In questi importanti elminti la regione anteriore dell'intestino è già trasformata in una gabbia branchiale e quegli archi vascolari che nella parete di questa gabbia branchiale salgono dal vaso ventrale al vaso dorsale si sono trasformati in *vasi branchiali* respiratorii.

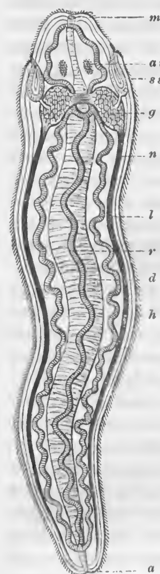


Fig. 388.
Un semplice nemertino.

m) Bocca; *d*) Intestino; *g*) Cervello; *n*) Nervi; *h*) Tegumento ciliato; *ss*) Fossette di senso (fessure cefaliche); *au*) Occhi; *r*) Vaso dorsale; *l*) Vasi laterali.

Un altro importante progresso si manifesta nei *tunicati*, che certo dobbiamo considerare come i più prossimi consanguinei dei nostri antichissimi progenitori vertebrati. Qui infatti noi incontriamo per la prima volta un vero *cuore*, cioè un *organo centrale della circolazione*, il quale colle contrazioni pulsanti della sua parete muscolosa determina solo la propulsione del sangue nei tubi vascolari. Il cuore appare qui nella più semplice forma, come una vescica fusiforme che ai due capi si continua in un vaso primario (fig. 210, pag. 295, tav. XI, fig. 14, *hz*). Per la sua posizione primitiva dietro alla gabbia branchiale, al lato ventrale del tunicato (ora più avanti ora più indietro) il cuore mostra chiaramente che esso si è prodotto per rigonfiamento locale da un tratto del vaso ventrale. È rimarchevole il già menzionato alternarsi sulla direzione del movimento del sangue venendo questo spinto dal cuore alternativamente per l'estremità anteriore o per la posteriore (pag. 295). Ciò è molto istruttivo per la ragione che nel più dei vermi (anche nel balanoglosso) il sangue nel vaso dorsale si muove dall'indietro all'avanti, nei vertebrati invece in direzione opposta, dall'avanti all'indietro. Il cuore delle ascidie alternando costantemente queste due opposte direzioni in certo modo ci mostra permanentemente il passaggio tra l'antica direzione della corrente sanguigna verso l'avanti (nei vermi) e la nuova direzione di essa all'indietro (nei vertebrati).

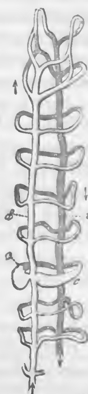


Fig. 389.
Sistema dei vasi sanguigni di un annellide (*Saenuris*); regione anteriore.

d) Vaso dorsale; *v*) Vaso ventrale: *c*) Connessione trasversa fra i due (allargata a cuore). Le freccie indicano la direzione della corrente del sangue. Da Gegenbaur.

Ora pel fatto che nei recenti procordonii che diedero origine al tipo dei vertebrati la nuova direzione si fece permanente, i due vasi che partono dai due capi della semplice vescica cardiaca acquistarono una significazione costante. D'allora in poi la sezione anteriore del vaso ventrale conduce via costantemente del sangue dal cuore e così funge da *arteria:* viceversa la sezione posteriore del vaso ventrale riconduce al cuore il sangue circolante pel corpo e perciò si deve considerare come *vena*. Avuto riguardo al suo rapporto colle due sezioni dell'intestino noi possiamo designare più esattamente quest'ultima come « vena intestinale », la prima invece come « arteria branchiale ». Il sangue contenuto in questi due vasi, che anche riempie da solo il cuore, è *sangue*

venoso o *carbonioso*, cioè ricco di acido carbonico; per contro il sangue che dalle branchie penetra nel vaso dorsale e viene colà nuovamente provvisto di ossigeno è *sangue arterioso* od *ossidico*. I minuti rami delle arterie e delle vene trapassano gli uni negli altri all'interno dei tessuti per una rete di finissimi vasi *capillari* neutrali (fig. 382).

Se ora dai tunicati ci volgiamo al prossimo *Amphioxus*, noi siamo dapprima sorpresi da un apparente regresso nello sviluppo del sistema vascolare. Come già sapete l'*Amphioxus* non possiede un vero cuore, ma il sangue incoloro vien messo in moto nel suo sistema vascolare dagli stessi tronchi vascolari primarii che si contraggono pulsando per tutta la loro lunghezza (cfr. fig. 201, pag. 287). Un vaso dorsale (aorta) collocato sopra all'intestino riceve il sangue arterioso dalle branchie e lo spinge nel corpo. Ritornando di qui il sangue venoso si raccoglie in un vaso ventrale (vena intestinale) collocato sotto all'intestino e così ritorna alle branchie. Numerosi archi vascolari branchiali che sono destinati alla respirazione e che salgono nella parete dell'intestino branchiale dal ventre verso il dorso prendono dall'acqua dell'ossigeno ed emettono acido carbonico, essi collegano il vaso ventrale col vaso dorsale. Poichè nelle ascidie la stessa sezione del vaso ventrale la quale anche nei cranioti forma il cuore si è già foggiata a semplice tubo cardiaco, noi dobbiamo considerare la mancanza di quest'ultimo nell'*Amphioxus* come la conseguenza di un *regresso*, come un *ritorno* effettuatosi in *questo* acranio alla forma più antica del sistema vascolare quale si trova in molti vermi. Noi dobbiamo ammettere che quegli acranii i quali appartennero realmente alla serie dei nostri progenitori non condivisero questo regresso ma piuttosto ereditarono dai procordonii il cuore uniloculare e lo trasmisero direttamente ai più antichi cranioti (cfr. il provertebrato ideale, *Prospondylus*, figg. 95-99, pag. 189).

L'ulteriore evoluzione filogenetica del sistema vascolare ci è posta chiaramente davanti agli occhi dall'anatomia comparata dei cranioti. All'infimo grado di questo gruppo, nei *ciclostomi*, noi incontriamo per la prima volta il differenziamento del vascolato in due diverse parti principali, un vero *sistema dei vasi sanguigni* i cui tubi conducono in giro pel corpo il *sangue rosso* ed un *sistema dei vasi linfatici* i cui canali assorbono dai tessuti l'incolora *linfa* e la conducono alla corrente sanguigna. Quei vasi linfatici che assorbono dal canale intestinale il lattiginoso liquido nutrizio ottenuto per mezzo della digestione e lo conducono nella corrente sanguigna sono distinti col nome speciale di *vasi chiliferi*. Mentre il chilo per la sua grande ricchezza di globuli adiposi appare bianco come latte, la « linfa » propriamente detta è incolora. Tanto il chilo come la linfa contengono quelle stesse cellule ameboidi incolore (leucociti, fig. 11), che come « globuli bianchi » sono pure sparse nel sangue; quest'ultimo però contiene inoltre la massa molto maggiore di cellule sanguigne rosse che dànno il suo colore rosso al sangue dei cranioti (rodociti, fig. 381). La distinzione generalmente presente nei cranioti fra vasi linfatici, vasi chiliferi e vasi sanguigni, può essere considerata come una conseguenza della divisione di lavoro che ebbe luogo fra sezioni diverse di un « sistema primitivo di vasi sanguigni » (o sistema emolinfatico) originariamente semplice. Nei ciclostomi appare anche per la prima volta la *milza*, organo ricco di sangue la cui funzione consiste essenzialmente nell'attiva neoformazione di cellule sanguigne incolori e rosse. La milza manca ancora all'*Amphioxus* come a tutti gli invertebrati. Dai ciclostomi essa si è trasmessa in eredità a tutti i cranioti.

Anche il *cuore*, l'organo centrale della circolazione sanguigna presente in tutti i cranioti, ci mostra già nei ciclostomi un progresso di sviluppo. La semplice vescica cardiaca fusiforme è divisa in due sezioni o camere le quali sono separate da un paio di

valvole (tav. XI, fig. 16, *hv*, *hk*). La sezione posteriore, l'*atrio* (*atrium*, *hv*) riceve il sangue venoso dalle vene del corpo e lo trasmette alla sezione anteriore, al « *ventricolo* » o camera principale (*ventriculus*, *hk*). Da questo esso viene spinto nelle branchie pel tronco arterioso branchiale (o sezione anteriore del vaso ventrale, ossia della vena principale).

Nei pesci primitivi o selaci dall'estremità anteriore del ventricolo si differenzia, come speciale sezione separata per mezzo di valvole, un *peduncolo arterioso* (*conus arteriosus*). Esso si continua colla base allargata del tronco delle arterie branchiali (fig. 390, *abr*). Da ciascun lato partono da questo 5-7 arterie branchiali. Queste salgono fra le fessure branchiali (*s*) contro agli archi branchiali, circondano la faringe e si riuniscono superiormente in un comune tronco delle aorte la cui continuazione scorrente allo indietro al disopra dell'intestino corrisponde al vaso dorsale dei vermi. Poichè gli archi arteriosi sugli archi branchiali si sciolgono in una rete capillare respiratoria essi contengono nella loro parte inferiore (quali archi branchiali arteriosi) sangue venoso, nella loro parte superiore (quali archi aortici) sangue arterioso. La riunione che ha luogo a destra e sinistra fra i singoli archi aortici piglia il nome di radici delle aorte. Di un numero primitivamente maggiore di archi aortici non rimangono conservati dapprima che sei, e poi (per regresso del quinto arco) cinque paia: e da queste *cinque paia di archi aortici* (fig. 391) si svolgono in tutti i vertebrati superiori le parti più importanti del sistema arterioso.

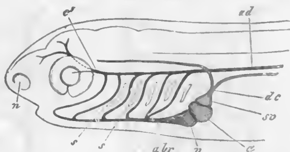


Fig. 390. — Capo di un embrione di pesce coll'inizio del sistema dei vasi sanguigni, dal lato sinistro. Da Gegenbaur.

dc) Condotto di Cuvier (unione della vena primaria anteriore colla posteriore), *sv*) Seno venoso (parte terminale allargata del condotto di Cuvier); *a*) Atrio; *v*) Ventricolo; *abr*) Tronco delle arterie branchiali; *s*) Fessure branchiali (fra esse gli archi arteriosi); *ad*) Aorta; *c'*) Arteria cefalica (carotide); *n*) Fossa nasale.

Di massima importanza per l'ulteriore evoluzione di esso è l'apparire dei *polmoni* e della relativa *respirazione aerea* che noi incontriamo per la prima volta nei dipneusti. Qui l'atrio del cuore si scinde per mezzo di un dissepimento incompleto in due metà. Oramai il solo atrio destro riceve il sangue venoso dalle vene del corpo. Per contro l'atrio sinistro riceve sangue arterioso dalla vena polmonare. I due atrii sboccano in comune nel semplice ventricolo dove le due sorta di sangue si mischiano e miste vengono spinte pel cono anteriore negli archi arteriosi. Dagli ultimi archi arteriosi nascono le arterie polmonari (fig. 382, *p*). Queste spingono una parte del sangue misto nei polmoni mentre l'altra parte di esso passando per l'aorta va pel corpo.

Dai dipneusti in su noi seguiamo ora una progrediente evoluzione del sistema vascolare che in ultimo, colla perdita della respirazione branchiale, conduce ad una compiuta separazione delle due metà del sistema circolatorio. Negli *anfibii* il tramezzo fra i due atrii diviene completo. Nel loro stato giovanile, da girini (fig. 264, pag. 405) essi hanno ancora la respirazione branchiale e la circolazione dei pesci ed il loro cuore contiene unicamente sangue venoso. Più tardi si sviluppano inoltre i polmoni coi vasi polmonari ed oramai il ventricolo del cuore contiene sangue misto. Nei rettili anche il ventricolo e l'annesso cono arterioso incominciano a dividersi mediante un tramezzo longitudinale in due metà e questo tramezzo diviene compiuto da un lato nei rettili superiori ed uccelli, dall'altro nelle forme-stipiti dei mammiferi. Omai la metà destra del cuore contiene unicamente sangue venoso e la sinistra solo sangue arterioso, come è il caso in tutti gli uccelli e mammiferi. L'atrio destro riceve il suo sangue carbonioso

o venoso dalle vene del corpo ed il ventricolo destro lo spinge per le arterie polmonari nei polmoni. Di qui il sangue ritorna, come sangue arterioso od ossidico, per le vene polmonari all'atrio sinistro e viene spinto attraverso al ventricolo sinistro nelle arterie del corpo. Fra le arterie polmonari e le vene polmonari sta il sistema capillare della piccola circolazione o circolazione polmonare. Solo nelle due più alte classi di vertebrati, negli uccelli e mammiferi, questa perfetta separazione fra le due vie circolatorie è compiuta. Del resto questo compimento è avvenuto indipendentemente nelle due classi, come lo mostra già l'ineguale sviluppo delle aorte. Negli uccelli, che derivano dai dinosauri, la metà *destra* del quarto arco arterioso è diventata un permanente arco aortico (*arcus aortae*, fig. 392). Per contro quest'ultimo nei mammiferi, che discendono direttamente dai teromori, si è prodotto dalla metà *sinistra* dello stesso arco (fig. 393).

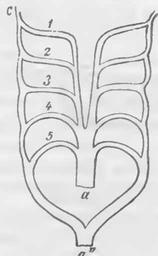


Fig. 391.

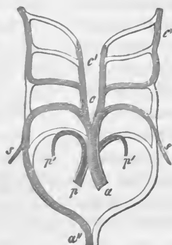


Fig. 392.

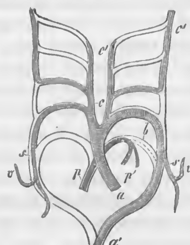


Fig. 393.

Fig. 391. — I cinque archi arteriosi dei cranioti (1-5) nella loro forma primitiva.

a) Peduncolo delle arterie; *a''*) Tronco delle aorte; *c*) Arteria cefalica (carotide; prolungamento anteriore delle radici delle aorte). Da Rathke.

Fig. 392. — I cinque archi arteriosi degli uccelli.

Sono segnate in chiaro le parti della disposizione primitiva che scompaiono; in scuro quelle che rimangono. Lettere come nella figura 391; *s*) Arterie succlavie; *p*) Arteria polmonare; *p'*) Suoi rami; *c'*) Carotide esterna; *c''*) Carotide interna. Da Rathke.

Fig. 393. — I cinque archi arteriosi dei mammiferi.

Lettere come nella figura 392; *v*) Arteria vertebrale; *b*) Condotto di Botallo (aperto nell'embrione, più tardi chiuso). Da Rathke.

Se si compara il sistema arterioso delle diverse classi di cranioti allo stato adulto esso appare molteplicemente diverso, e tuttavia esso si sviluppa dovunque dalla stessa forma fondamentale. Nell'uomo questo sviluppo avviene interamente come nei rimanenti mammiferi; specialmente anche la trasformazione dei cinque archi arteriosi è qui affatto la stessa come colà (figg. 394-397). In principio nasce solo un unico paio di archi che giace contro alla faccia interna del primo paio di archi branchiali. Dietro a questo primo si sviluppano poi un secondo e un terzo paio di archi (collocati internamente al secondo e terzo arco branchiale, fig. 394). Finalmente appaiono dietro a questi ancora un quarto e quinto paio (fig. 395). Però mentre questi ultimi si sviluppano i due primi si obliterano e vanno nuovamente perduti (fig. 396). Solo dai tre archi arteriosi posteriori si sviluppano i tronchi arteriosi permanenti, dall'ultimo le artérie polmonari (figg. 393, 397, *p*).

Anche il *cuore dell'uomo* (fig. 405) si sviluppa interamente come quello degli altri mammiferi. I primi tratti della sua ontogenesi, la quale in ciò che v'ha di essenziale corrisponde alla sua filogenesi, sono già stati da noi considerati precedentemente (pagg. 272-275, figg. 195, *c*-200). Voi ricordate che la forma palingenetica del cuore è data da un ispessimento fusiforme del foglietto fibro-intestinale della parete ventrale dell'intestino cefalico (fig. 195, *d*, *f*). In seguito quest'abbozzo fusiforme si fa cavo, forma una semplice vescica e si libera dal suo sito di origine, cosicchè oramai esso giace libero nella cavità pericardica (fig. 195, pag. 272). Presto questa vescica si incurva ad S (fig. 196, *c*) e gira così a spira attorno ad un asse ideale in modo che la parte posteriore viene a giacere sulla faccia dorsale della parte anteriore. Nell'estremità posteriore sboccano le vene vitelline riunite. Dall'estremità anteriore sorgono gli archi arteriosi (fig. 200, pag. 275).



Fig. 394.

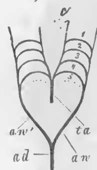


Fig. 395.

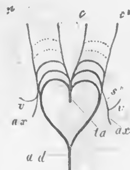


Fig. 396.

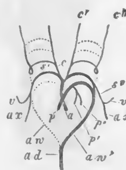


Fig. 397.

Trasformazione dei cinque archi arteriosi nell'embrione umano (Schema da Rathke).

ta) Peduncolo delle arterie; 1-5) Primo e quinto paio di arterie; *a d*) Tronco delle aorte; *a w*) Radici delle aorte. Nella fig. 394 sono segnati tre archi arteriosi, nella fig. 395 invece tutti cinque (quelli punteggiati non sono ancora sviluppati), nella fig. 396 i due primi son già di nuovo scomparsi.

Mentre questo primo abbozzo del cuore umano racchiudente una semplicissima cavità corrisponde al cuore dei *tunicati* e deve essere considerato come una ripetizione del cuore dei procordonii, segue ora un differenziamento di esso in due e poi in tre porzioni; per esso ci vien portata transitoriamente davanti agli occhi la struttura del cuore dei ciclostomi. La curvatura e torsione spinale del cuore si fanno cioè sempre più marcate, e nello stesso tempo appaiono due leggere costrizioni trasverse dalle quali restano esternamente segnate tre sezioni (figg. 398, 399). La sezione anteriore che è rivolta verso la faccia ventrale e dalla quale nascono gli archi aortici ripete il *cono arterioso* dei selaci. La regione mediana è l'abbozzo di un semplice *ventricolo*, e la sezione posteriore rivolta al lato dorsale nella quale sboccano le vene vitelline è l'abbozzo di un semplice *atrio*. Quest'ultimo dà origine, affatto come il semplice atrio del cuore dei pesci, ad un paio di estroflessioni laterali, le *orecchiette* (*auriculae*, fig. 398, *b*), e la costrizione tra l'atrio ed il ventricolo si chiama perciò *canale auricolare* (*canalis auricularis*, fig. 399, *c a*). Il cuore dell'embrione umano è ora un compiuto *cuore di pesce*).

Ora in modo affatto corrispondente a questa filogenesi del cuore umano anche la sua ontogenesi ci mostra un graduale passaggio dal cuore di pesce pel cuore di anfibio e di rettile, al cuore di mammifero. Il momento più importante di questo passaggio è lo svilupparsi di un *tramezzo longitudinale* dapprima incompleto poi completo pel quale tutte le tre sezioni del cuore vengono divise in una metà destra (venosa) ed una sinistra (arteriosa) (cfr. fig. 400-405). Per tal modo l'atrio viene diviso in un atrio destro ed uno sinistro, ognuno dei quali accoglie la relativa orecchietta; nell'atrio

destro sboccano le vene del corpo (vena cava superiore e vena cava inferiore, fig. 402, *c*, 404, *c*), l'atrio sinistro riceve le vene polmonari. Così pure sul ventricolo si fa già di buon'ora visibile un superficiale « solco interventricolare » (*sulcus interventricularis*, fig. 403, *s*). Questo è l'espressione esterna dell'interno tramezzo collo svilupparsi del quale il ventricolo viene diviso in due camere, una camera destra venosa ed una sinistra arteriosa. Nella stessa guisa infine si sviluppa anche un tramezzo longitudinale nella terza sezione del primitivo cuore di pesce, nel cono arterioso, pure esternamente accennato da un solco longitudinale (fig. 403, *a f*). Così la cavità del cono arterioso si scinde in due metà laterali: il peduncolo delle arterie polmonari che sbocca nella camera destra ed il peduncolo delle aorte che sbocca nella camera sinistra.

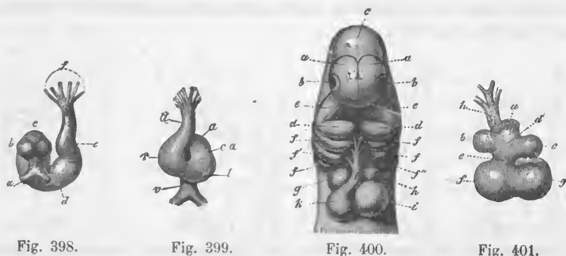


Fig. 398. Fig. 399. Fig. 400. Fig. 401.

Figg. 398 e 399. Cuore d'un embrione di coniglio, fig. 398 dal di dietro; fig. 399 dal davanti. — Fig. 400. Cuore e capo di un embrione di cane, dal davanti; fig. 401. Cuore dello stesso embrione, dal di dietro.

Fig. 398. — *a*) Vene vitelline; *b*) Orecchiette; *c*) Atrio; *d*) Ventricolo; *e*) Peduncolo delle arterie; *f*) Base dei tre archi arteriosi. Da Bischoff.

Fig. 399. — *v*) Vene vitelline; *a*) Atrio; *ca*) Canale dell'orecchietta; *l*) Ventricolo sinistro; *r*) Ventricolo destro; *ta*) Peduncolo delle arterie. Da Bischoff.

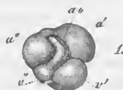
Fig. 400. — *a*) Cervello anteriore; *b*) Occhi; *c*) Cervello medio; *d*) Mandibola primitiva; *f*) Archi branchiali; *g*) Atrio sinistro; *h*) Atrio destro; *i*) Ventricolo sinistro; *k*) Ventricolo destro. Da Bischoff.

Fig. 401. — *a*) Sbocco delle vene vitelline; *b*) Orecchietta sinistra; *c*) Orecchietta destra; *d*) Atrio; *e*) Canale dell'orecchietta; *f*) Ventricolo sinistro; *g*) Ventricolo destro; *h*) Peduncolo delle arterie. Da Bischoff.

Solo quando tutti i tramezzi sono interamente sviluppati la piccola circolazione (la circolazione polmonare) è separata dalla grande circolazione (circolazione del corpo); il centro motore della prima è formato dalla metà destra del cuore, quello della seconda dalla metà sinistra (cfr. la 48ª e 49ª tabella) (190).

Primitivamente *il cuore di tutti i vertebrati appartiene all'iposoma cefalico* ed è anche per ciò che noi nell'embrione dell'uomo e di tutti gli altri amnioti lo troviamo molto all'avanti, al lato inferiore del capo, nello stesso modo che esso nei pesci rimane per tutta la vita sotto alla gola. Più tardi, col crescente sviluppo del collo e del torace il cuore si ritira sempre più all'indietro nel tronco ed in ultimo si trova inferiormente nel torace fra i due polmoni. In principio esso giace affatto simmetricamente nel piano mediano del corpo cosicchè il suo asse longitudinale coincide con quello del corpo (tav. IV, fig. 9). Nel più dei mammiferi questa posizione simmetrica si conserva per tutta la vita. Nelle scimmie invece l'asse comincia ad inclinarsi ed a portare la punta del cuore verso il lato sinistro. Dove questa rotazione va più oltre è nelle scimmie antropoidi: scimpansé, gorilla ed orang, che anche in questo riguardo sono uguali all'uomo.

Poichè in origine il cuore di tutti i vertebrati non appare, considerato filogeneticamente, che un allargamento locale della mediana vena principale, così è affatto corrispondente alla legge biogenetica fondamentale che anche il suo primo abbozzo nell'embrione non sia che una semplice vescica fusiforme nella parete ventrale dell'intestino cefalico. Una sottile membrana collocata perpendicolarmente nel piano mediano, il *mesenterio cardiaco* (*mesocardium*) collega qui la parete ventrale dell'intestino cefalico colla parete cefalica inferiore. La vescica cardiaca, estendendosi e staccandosi dalla parete dell'intestino, divide il mesenterio in una lamina superiore



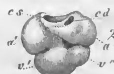




Fig. 402.

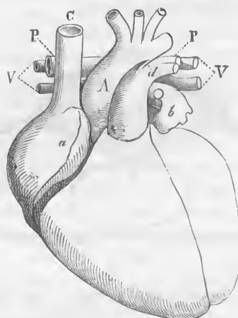


Fig. 405.

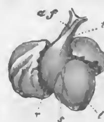


Fig. 403.

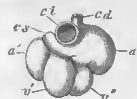


Fig. 404.

Figg. 402-404. Cuore d'un embrione umano: fig. 402 di quattro settimane (1 dal davanti, 2 dal di dietro, 3 aperto e colla metà superiore dell'atrio rimossa); fig. 403 di sei settimane, dal davanti; fig. 404 di otto settimane, dal di dietro. — Fig. 405. Cuore dell'uomo adulto (interamente sviluppato, dal davanti, nella sua posizione naturale.

Fig. 402. — *a'*) Orecchietta sinistra; *a''*) Orecchietta destra; *v'*) Ventricolo sinistro; *v''*) Ventricolo destro; *ao*) Peduncolo delle aorte; *c*) Vena cava superiore (*cd* destra, *cs* sinistra); *s*) Abbozzo del setto interventricolare. Da Kölliker.

Fig. 403. — *r*) Ventricolo destro; *t*) Ventricolo sinistro; *s*) Solco fra i due ventricoli; *ta*) Peduncolo delle arterie; *af*) Solco sulla sua superficie; a destra e sinistra le due grandi orecchiette. Da Ecker.

Fig. 404. — *a'*) Orecchietta sinistra; *a''*) Orecchietta destra; *v'*) Ventricolo sinistro; *v''*) Ventricolo destro; *cd'*) Vena cava superiore destra; *cs*) Vena cava superiore sinistra; *ci*) Vena cava inferiore. Da Kölliker.

Fig. 405. — *a*) Orecchietta destra (disotto il ventricolo destro): *b*) Orecchietta sinistra (disotto il ventricolo sinistro); *C*) Vena cava superiore; *V*) Vene polmonari; *P*) Arterie polmonari; *d*) Condotto di Botallo; *A*) Aorta. Da Meyer.

(dorsale) ed una inferiore (ventrale) chiamate per solito nell'uomo *mesocardium anterius* e *posterius* (fig. 406, *uhg*). Il mesocardio separa l'una dall'altra due cavità laterali, le *cavità cervicali* di Remak (fig. 406, *hh*). Più tardi queste cavità confluiscono a formare la semplice « cavità pericardica » e perciò vengono anche chiamate dal Kölliker « cavità pericardiali primitive ». Guglielmo His ha dato ad esse il nome improprio di « cavità parietali » scelto altrettanto infelicemente come molti altri termini tecnici da lui introdotti, così p. es. le sue espressioni di « zona rachidea » e « zona parietale » per designare l'episoma e l'iposoma (cfr. pagg. 210, 232, come pure la nota 191 in appendice).

Le *cavità cervicali* pari degli amnioti hanno grande interesse morfologico e filogenetico, infatti esse corrispondono a parte degli *iposomiti cefalici* dei vertebrati inferiori, a quella parte delle tasche celomiche ventrali che si rannoda posteriormente alle « cavità degli archi viscerali » di Van Vijhe. Ciascuna cavità sta ancora posteriormente in aperta comunicazione colle due tasche celomiche del tronco, e come queste ultime più tardi confluiscono in una semplice « cavità del corpo » (per lo scomparire del mesenterio dorsale) così lo stesso avviene anche nel capo. Questa semplice cavità pericardiale primaria fu con ragione designata dal Gegenbaur come *celoma cefalico*, dall'Hertwig come « cavità pleuro-pericardica ». Poichè essa racchiude solo il cuore la si può anche chiamare *cardiocelo*.

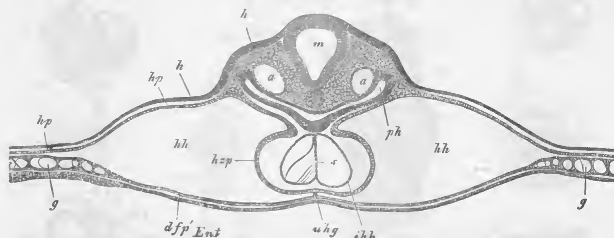


Fig. 406. — Sezione trasversa del retrocapo di un embrione di pollo, di 40 ore. Da Kölliker.

m) Midollo allungato; *ph*) Cavità faringea (interno cefalico); *h*) Lamina cornea; *h'*) Parte inspessita di essa dalla quale più tardi nascono le fossette uditive; *hp*) Lamina fibro-cutanea; *hh*) Cavità cervicale (celoma cefalico o cardiocelo); *hzp*) Lamina cardiaca (parete mesodermale esterna del cuore) connessa per mezzo del mesocardio ventrale (o mesenterio cardiaco inferiore, *uhg*) col foglietto fibro-intestinale o foglietto celomico viscerale (*dfp'*); *Ent*) Entoderma; *ihh*) Parete interna (entodermica?) del cuore: le due vesciche cardiache endoteliali pari sono ancora separate per mezzo del setto cenogenetico (*s*) degli amnioti (confrontare la pag. 570); *g*) Vasi.

Il cardiocelo o celoma cefalico negli amnioti si estende presto sproporzionatamente, poichè la semplice vescica cardiaca cresce di buon'ora fortemente e si dispone in molti giri. Perciò la parete ventrale dell'embrione degli amnioti fra il capo e l'ombelico viene spinta in fuori a mo' di sacco erniale (cfr. fig. 170, *h*, pag. 262, e tavole VII-IX, *c*). Una piega trasversale della parete centrale, la quale accoglie tutti i tronchi venosi che sboccano nel cuore, si addentra fra il pericardio e lo stomaco e forma, come sottile tramezzo trasverso (*septum transversum*), l'abbozzo del primitivo *diaframma* (*diaphragma*, fig. 407, *d*). Questo importante tramezzo muscolare, che solo nei mammiferi divide completamente la cavità toracica dall'addominale, anche qui in principio è ancora incompiuto; le due cavità che più tardi sono interamente separate rimangono ancora per un certo tempo connesse per due stretti canali, i « processi toracici della cavità del tronco » di His. Questi due canali appartenenti alla parte dorsale del celoma cefalico, i quali noi chiameremo brevemente « *condotti pleurali* », accolgono le due vesciche polmonari le quali crescono fuori della parte posteriore della parete ventrale dell'intestino cefalico; così essi diventano le due *cavità pleurali*. Solo più tardi le cavità pleurali dorsali si staccano interamente dalla ventrale « cavità pericardiale secondaria » e dalla susseguente cavità addominale o peritoneale.

Il *diaframma* (*diaphragma*) appare filogeneticamente dapprima nella classe degli *anfibii* (nelle salamandre) come un'insignificante piega muscolosa trasversale della parete ventrale, la quale si eleva dall'estremità anteriore del muscolo addominale trasverso (*m. trasversus abdominis*) e si insinua fra il pericardio ed il fegato. Nei rettili (chelonii e coccodrilli) si aggiunge a questa più antica parte ventrale dell'abbozzo del diaframma una parte più recente dorsale pel fatto che dalla colonna vertebrale sporgono in basso due muscoli subvertebrali, che come « pilastri del diaframma » crescono incontro al *septum transversum*. Ma solo nei teromori le due parti primitivamente separate vengono per la prima volta a riunirsi, cosicchè nei mammiferi il diaframma forma una compiuta parete divisoria fra la cavità toracica e l'addominale; poichè colla sua contrazione esso allarga notevolmente la cavità toracica, esso diviene un importante muscolo respiratorio. L'ontogenesi del diaframma nell'uomo e negli altri mammiferi ripete ancora oggi, secondo la legge biogenetica fondamentale, quel processo filogenetico; infatti in tutti i mammiferi il diaframma si forma per riunione secondaria di quei due abbozzi primitivamente separati, dell'antica parte ventrale (*diaphragma sternale*) e della più recente parte dorsale (*diaphragma pleurale*).

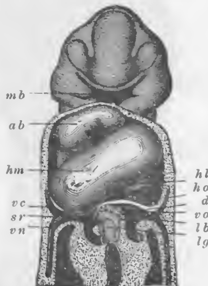


Fig. 407. — Sezione di un embrione umano di 2,15 mm. di diametro nucale, ingrandita 40 volte; « trovata » da Guglielmo His. Veduta dal lato ventrale.

m b) Insenatura boccale, circondata dai processi mascellari; *a b*) Bulbo delle aorte; *h m*) Parte mediana del ventricolo; *h l*) Parte laterale sinistra di esso; *h o*) Orecchietta (atrio); *d*) Diaframma; *v c*) Vena cava superiore; *v n*) Vena ombilicale; *v o*) Spazio vitellino; *l b*) Fegato; *l g*) Condotto epatico.

Talora nell'uomo non si compie da un lato la fusione tra quei due inizii del diaframma e perciò la separazione di uno dei condotti pleurali dalla cavità addominale. La conseguenza di questo « arresto di sviluppo » è un'ernia diaframmatica (*hernia diaphragmatica*). La cavità toracica e la cavità addominale rimangono allora in permanente comunicazione per un aperto *ductus pleuralis* (o « prolungamento toracico della cavità del tronco ») e per quest'apertura delle anse intestinali possono penetrare nella cavità toracica.

La cavità toracica dei mammiferi coi più importanti inclusi, cuore e polmoni, appartiene dunque in origine alla parte cefalica del corpo del vertebrato e non è che secondariamente passata alla parte troncale. Questo concetto importante ed interessante per molti riguardi risulta con piena certezza dalle concordi testimonianze dell'anatomia comparata ed ontogenesi. I polmoni sono estroflessioni dell'intestino cefalico; il cuore si stacca dalla parte inferiore di esso. I sacchi pleurali che racchiudono i polmoni sono parti dorsali pari del celoma cefalico, nate dai condotti pleurali; il pericardio, nel quale più tardi giace il cuore, ha pure un'origine pari da metà ventrali del celoma cefalico che solo più tardi si fondono insieme. Il fatto che il polmone dei vertebrati a respirazione aerea cresce avanzandosi dalla cavità cefalica verso l'indietro e penetra nella cavità toracica ripete l'esempio della vescica natatoria che nasce parimente nei pesci dalla parete faringea quale piccola estroflessione a mo' di tasca che presto però prende tale estensione che per trovare posto deve penetrare molto all'indietro nella cavità del tronco. Più esattamente, il polmone dei pentadattili conserva questo processo ereditario di accrescimento dei pesci, poichè l'idrostatica

vescica natatoria di questi ultimi è di fatto l'organo pneumatico dal quale è nato filogeneticamente l'organo di respirazione aerea dei primi.

Un interessante *fenomeno cenogenetico* nella formazione del cuore dei vertebrati superiori merita qui ancora speciale menzione. Il primo abbozzo del cuore, come hanno fermamente stabilito recenti ricerche, appare negli *amnioti* pari, e la semplice vescica cardiaca fusiforme, dalla quale noi siamo precedentemente partiti, non appare che successivamente pel fatto che quelle due vesciche laterali si spingono all'indentro, si toccano e finalmente si fondono nella linea mediana. Nell'uomo, tanto come nel coniglio, nel quale il Kölliker recentemente seguì con molta minutezza questo processo, i due germi pari del cuore ancora nello stadio in cui vi sono già otto proto-segmenti differenziati giaciono molto distanti l'uno dall'altro (fig. 408, *h*). Così pure le tasche celomiche pari del capo nelle quali essi giacciono (le due « cavità cervicali o cavità parietali ») sono ancora divise da un largo intervallo. Solo quando il corpo permanente dell'embrione cresce e si stacca dalla gastrocisti quei due abbozzi laterali distinti si avvicinano ed infine si saldano nella linea mediana. Scomparendo il tramezzo mediano fra il cardiocelo destro ed il sinistro, le due « cavità cervicali » entrano in aperta comunicazione (fig. 409) e formano alla faccia ventrale del capo degli amnioti un arco a ferro di cavallo i cui due rami dorsalmente si proseguono all'indietro nei pleurodutti o cavità pleurali e di là ancora nei sacchi peritoneali pari del tronco. Ma anche dopochè le due cavità cervicali si sono già riunite (fig. 409), in principio le vesciche cardiache pari stanno ancora separate, e persino dopochè esse si sono fuse, un esile setto in mezzo all'interna semplice vescica endoteliale (figg. 406, *s*, 410, *h*) accenna ancora all'antica separazione. Questo cenogenetico « setto cardiaco primario » presto scompare e non ha alcun rapporto col futuro setto permanente che divide le due metà del cuore, il qual setto, come ereditato dai rettili, ha un'alta importanza palingenetica.

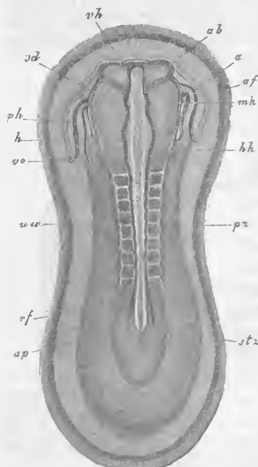


Fig. 408. — Scudo embrionale sandaliforme di un coniglio di nove giorni. Da Kölliker (veduta dorsale, dal di sopra).

stz) Zona rachidea o scudo dorsale (con otto paia di segmenti primitivi); *pz*) Zona parietale o zona ventrale; *ap*) Area pellucida; *af*) Ripiegatura amniotica: *h*) Cuore; *ph*) Cavità pericardica; *oo*) Vena omfalomesenterica; *ab*) Vescicole oculari; *vh*) Cervello anteriore; *mh*) Cervello medio; *hh*) Cervello posteriore; *uw*) Segmento primitivo (protovertebra).

Uomini avversi per principio alla legge biogenetica fondamentale come Guglielmo His e Vittorio Hensen hanno posto in rilievo questi ed altri fenomeni cenogenetici insistendo specialmente sulla loro grande importanza ed hanno cercato di servirsene come di schiaccianti argomenti contro di quella. Come in tutti gli altri casi, anche qui un esame cauto e critico basato sulla morfologia *comparata* trasforma i pretesi argomenti *contro* alla teoria della discendenza in argomenti decisivi; *in favore* di essa (192). Nel suo ultimo scritto « sulla formazione del cuore negli anfibii » (1886) Carlo Rabl, uno dei nostri primi embriologi, ha mostrato con quale

QUARANTASETTESIMA TABELLA

Sistema dei tessuti del corpo umano (193).

Primo gruppo primario: EPITELII. Tessuti primarii.			
I A. Epitelii primarii (dei due foglietti limitanti)	**1. Tessuti tegumentali** (Epithelium dermale)	1 *a*) Epidermide	Ectoblasto
		1 *b*) Ghiandole epidermiche	Ectoblasto
		1 *c*) Peli ed unghie	Ectoblasto
	2. Tessuti epiteliali intestinali (Epithelium gastrale)	2 *a*) Epitelio intestinale . .	Endoblasto
		2 *b*) Epitelio glandulo-intestinale	Endoblasto
I B. Epitelii secondarii (dei due foglietti medii)	**3. Tessuti epiteliali celomici** (Epithelium coelomale) (Mesoblasto)	3 *a*) Epitelio celomico germinale (epitelio germinativo).	
		3 *b*) Epitelio celomico renale (epitelio renale).	
		3 *c*) Epitelio celomico sieroso (endotelio della cavità del corpo).	
Secondo gruppo primario: APOTELII. Tessuti secondarii.			
II A. Tessuti neuromuscolari (Apotelii senza sostanza intermedia)	**4. Tessuti nervei** (Tela nervea)	4 *a*) Cellule di senso	Neuroblasto
		4 *b*) Cellule gangliari	Neuroblasto
		4 *c*) Fibre nervee	Neuroblasto
	5. Tessuti muscolari (Tela muscularis)	5 *a*) Muscoli lisci	Mioblasto
		5 *b*) Muscoli striati	Mioblasto
II B. Tessuti mesenchimali (Apotelii con sostanza intercellulare)	**6. Tessuti di sostegno** (Tela skeletalis)	6 *a*) Tessuto cartilagineo. .	**6 e 7. Tessuti connettivi** (Tela connectiva)
		6 *b*) Tessuto osseo	**6 e 7. Tessuti connettivi** (Tela connectiva)
	7. Tessuti di riempimento (Tela maltharis)	7 *a*) Tessuto coriale	**6 e 7. Tessuti connettivi** (Tela connectiva)
		7 *b*) Tessuto adiposo	**6 e 7. Tessuti connettivi** (Tela connectiva)
		7 *c*) Tessuto gelatinoso . .	**6 e 7. Tessuti connettivi** (Tela connectiva)
	8. Tessuti sanguigni (Tela lymphoides)	8 *a*) Rodociti (cellule rosse del sangue).	
		8 *b*) Leucociti (cellule bianche del sangue).	

QUARANTOTTESIMA TABELLA

Specchio dei più importanti periodi della filogenesi del sistema circolativo o vascolato umano.

Primo periodo: ANTICO VASCOLATO DI ELMINTO

Fra i due foglietti germinativi primarii appaiono lacune (resti del blastocelo o del neoformato schizocelo), in questa « cavità primaria del corpo » immigrano dall'entoderma dei leucociti.

Secondo periodo: VASCOLATO DI NEMERTINO

Le lacune piene di linfa si riuniscono a formare dei canali maggiori dando così origine ai primi vasi sanguigni, un vaso dorsale nella parete dorsale ed un vaso ventrale nella parete ventrale dell'intestino. I due vasi vengono in comunicazione per mezzo di parecchi vasi annulari che cingono l'intestino.

Terzo periodo: VASCOLATO DI ENTEROPNEUSTO

Trasformandosi la metà anteriore dell'intestino in intestino branchiale la porzione anteriore del vaso ventrale diventa arteria branchiale e la porzione anteriore del vaso dorsale diventa vena branchiale; fra le due si sviluppa una rete capillare branchiale.

Quarto periodo: VASCOLATO DI TUNICATO

La regione del vaso ventrale che tien dietro immediatamente all'intestino branchiale si allarga a formare una semplice vescica cardiaca (*ascidie*).

Quinto periodo: VASCOLATO DI ACRANIO

Il vaso ventrale (vena intestinale) forma attorno alla nascente vescica epatica il primo abbozzo di un sistema dell'arteria porta.

Sesto periodo: VASCOLATO DI CICLOSTOMO

Il cuore uniloculare si divide in due camere: un ventricolo anteriore ed un atrio posteriore. Il sistema vascolare si differenzia in sistema dei vasi sanguigni e sistema dei vasi linfatici. Appare la milza.

Settimo periodo: VASCOLATO DI SELACE

Dalla sezione anteriore del ventricolo si separa un cono arterioso dal quale partono dapprima ancora sette, più tardi sei o cinque paia di archi arteriosi (come nei selaci).

Ottavo periodo: VASCOLATO DI DIPNEUSTO

Dall'ultimo (quinto) paio di archi arteriosi si sviluppano le arterie polmonari. L'atrio si divide in due metà.

Nono periodo: VASCOLATO DI ANFIBIO

Le arterie branchiali spariscono poco alla volta colle branchie. Gli archi aortici destro e sinistro permangono.

Decimo periodo: VASCOLATO DI RETTILE

Il ventricolo si divide per mezzo di un setto in due ventricoli. I due archi arteriosi rimangono aperti.

Undicesimo periodo: VASCOLATO DI MAMMIFERO

La divisione fra piccola e grande circolazione diviene compiuta. L'arco aortico destro ed il condotto di Botallo si obliterano. Appaiono le ghiandole linfatiche.

QUARANTANOVESIMA TABELLA

Specchio dei più importanti periodi della filogenesi del cuore umano.

Primo periodo: CUORE DI PROCORDONIO

Il cuore forma un semplice rigonfiamento fusiforme del vaso ventrale, con corrente a direzione alternata (come nei tunicati).

Secondo periodo: CUORE DI ACRANIO

Il cuore è simile a quello dei procordonii, acquista però una direzione costante della corrente munendosi di valvole e contraendosi solo dall'indietro all'avanti. (Nello *Amphioxus* andato probabilmente perso per regresso).

Terzo periodo: CUORE DI CICLOSTOMO

Il cuore si divide in due camere, un *atrio* posteriore ed un *ventricolo* anteriore.

Quarto periodo: CUORE DI SELACE

Dalla sezione anteriore del ventricolo si differenzia un *cono arterioso* come in tutti i pesci antichi.

Quinto periodo: CUORE DI DIPNEUSTO

L'atrio si divide per un tramezzo incompiuto ed interrotto in una metà destra e sinistra, come nei dipnoi.

Sesto periodo: CUORE DI ANFIBIO

Il setto fra l'atrio destro ed il sinistro diviene compiuto (come negli anfibii superiori).

Settimo periodo: CUORE DI PRORETTILE

Il ventricolo si divide per un setto incompiuto in una metà destra e sinistra (come nel più dei rettili).

Ottavo periodo: CUORE DI MONOTREMO

Il setto tra il ventricolo destro ed il sinistro diviene compiuto (come in tutti i mammiferi).

Nono periodo: CUORE DI MARSUPIALE

Le valvole fra il ventricolo e l'atrio (valvole atrio-ventricolari) cogli aderenti fili tendinei e muscoli papillari si differenziano dalla trabecolatura muscolosa dei monotremi.

Decimo periodo: CUORE DI SCIMMIA

L'asse del cuore collocato nella linea mediana, si dispone obliquamente, cosicchè la punta è diretta a sinistra (come nelle scimmie e nell'uomo).

semplicità quello strano fatto cenogenetico si possa spiegare coll'adattamento dell'abbozzo embrionale all'ampia estensione del grande vitello nutritivo. Poichè il cuore dell'embrione degli amnioti viene già abbozzato in un'epoca in cui il foglietto intestinale è ancora piatto e disteso sul grande vitello di nutrizione e non si è ancora raccolto anteriormente a formare la cavità dell'intestino cefalico, le due metà del cuore devono apparire separate e solo più tardi, dopo formato il *cephalogaster*, possono riunirsi nel mezzo. Questa secondaria divisione dell'abbozzo primitivamente semplice del cuore è tanto più istruttiva inquantochè essa appare *difileticamente*, acquistata

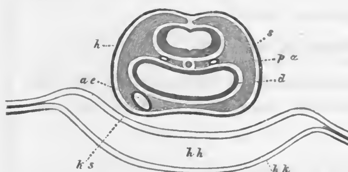


Fig. 409. — Sezione trasversa del capo d'un embrione di pollo di 36 ore. Da Remak.

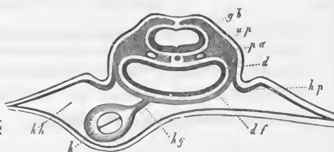


Fig. 410. — Sezione trasversa per la regione del cuore dello stesso embrione (dietro alla precedente). Da Remak.

Fig. 409. — Sotto il tubo midollare si vedono nelle lamine cefaliche (*s*) le due primitive aorte (*pa*) ai due lati della corda. Sotto alla faringe (*d*) si vede l'estremità aortica del cuore (*ae*); *hh*) Cavità cervicale o celoma cefalico; *hk*) Cappuccio cardiaco; *hs*) Guaina cefalica, piega amniotica; *h*) Lamina cornea.

Fig. 410. — Nella cavità cervicale (*hh*) sta il cuore (*h*) ancora collegato per un mesocardio (*hg*) col foglietto fibro-intestinale (*pf*) dell'intestino anteriore; *d*) Foglietto glandulo-intestinale; *up*) Lamine protovertebrali; *gb*) Abbozzo della vescicola uditiva nella lamina cornea; *hp*) Primo sollevamento della piega amniotica.

indipendentemente due volte nel tipo dei vertebrati. Infatti, come negli amnioti, anche nei teleostei il germe palingeneticamente semplice del cuore per l'espandersi a piatto della discogastrula sul sacco vitellino si è diviso in due metà laterali. Per contro tutti i vertebrati più antichi, i ciclostomi, selaci, ganoidi ed anfibii hanno conservato invariato fino ai nostri giorni l'abbozzo primitivamente impari del cuore nel mezzo della parete ventrale dell'intestino cefalico; in tal forma esso si presentava già nei procranioti (pag. 385).

Come l'embriologia del cuore umano, così anche quella di tutte le parti del sistema vascolare ci fornisce numerose e preziose indicazioni sulla filogenesi. Tuttavia, poichè per seguirle ed intenderle chiaramente si richiederebbe un'esatta conoscenza dell'intricata composizione di tutto il sistema vascolare dell'uomo e dei rimanenti vertebrati, così noi non possiamo qui addentrarvici oltre (193). Di più molti importanti punti dell'ontogenesi del sistema vascolare sono ancora molto scuri e controversi. Le condizioni presentate dalla circolazione embrionale degli amnioti, le quali già più sopra (nella XV conferenza) abbiamo considerate, non sono state acquisite che tardi e sono al tutto *cenogenetiche* (cfr. pagg. 271-278, figg. 195-200).

VENTINOVESIMA CONFERENZA

Storia dell'evoluzione dei nostri organi riproduttori.

« Le più importanti verità delle scienze naturali non sono state trovate nè colla sola analisi dei concetti filosofici, nè colla sola esperienza, ma bensì per mezzo di un'*esperienza ragionata* che nei fatti distingue l'essenziale dall'accidentale e così trova delle proposizioni fondamentali dalle quali si possono derivare molte conoscenze. Ciò è più che una mera esperienza, è, se si vuole, un'*esperienza filosofica* ».

GIOVANNI MÜLLER (1840).

Riproduzione sessuale ed asessuale.
Copulazione di due cellule erotiche. — Ermafrodismo ed unisessualismo.
Ghiandole sessuali e condotti sessuali. — Testicoli ed ovarii.
Canali renali. — Tre generazioni di reni dei vertebrati.
Organi copulatori dei due sessi.

Contenuto della ventinovesima Conferenza.

Riproduzione ed accrescimento. — Riproduzione asessuale: scissione e gemmazione. — Riproduzione sessuale: fusione di due cellule erotiche; cellula spermatica e cellula uovo. — Fecondazione. Sorgente primitiva dell'amore: chemotropismo erotico. — Primitivo ermafrodismo; secondaria distinzione dei sessi o gonocorismo. — Origine primitiva delle due sorta di gonidii dai due foglietti germinativi primarii; origine secondaria dal foglietto medio (epitelio celomico). — Cellule sessuali primitive (progonidii). — Cellule ermafroditiche e gonocoristiche. — Gonadi segmentali dei vertebrati inferiori; loro secondaria fusione. — Ovaie (ovaria) e testicoli (spermaria). — Condotti d'uscita o vie sessuali; condotti e vasi deferenti. — Loro origine dai nefrodotti. — Sistema renale dei vertebrati; tre generazioni: proreni, reni primitivi e reni permanenti. — Condotto longitudinale dei reni primitivi (nefrodotto) e canali segmentali trasversali (nefridii). — Proreni dell'*Amphioxus*. — Reni primitivi dei mixinoidi — Reni primitivi dei cranioti. — Reni permanenti degli amnioti. — Origine della vescica urinaria dall'allantoide. — Differenziamento dai nefrodotti: canale di Müller (ovidotto) e canale di Wolff (vaso deferente). — Migrazione delle ghiandole sessuali nei mammiferi. — Formazione dell'uovo nei mammiferi (follicolo di Graaf). — Origine degli organi sessuali esterni. — Phallus o tubercolo genitale. — Organi copulatori maschili e femminili (copulativa): pene e clitoride. — Cloaca. — Canale urogenitale. — Ermafrodismo nell'uomo.

Bibliografia.

JOHANNES MÜLLER, *Bildungsgeschichte der Genitalien*, 1830.

CARL KUPFFER, *Untersuchungen über die Entwickelung des Harn- und Geschlechts- Systems* (*Arch. f. mikr. Anat.*, volume I e II), 1865, 1866.

WILHELM MÜLLER, *Ueber das Urogenital-System des Amphioxus und der Cyclostomen* (*Jena. Zeitschr. f. Nat.*, vol. IX), 1875.

FRANCIS BALFOUR, *On the origin and history of the urogenital organs of vertebrates* (*Journ. Anat. Phys.*, vol. X), 1876.

J. W. SPENGEL, *Das Urogenital-System der Amphibien*, 1876.

MAX FÜRBRINGER, *Zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Excretionsorgane der Vertebraten* (*Morphol. Jahrb.*, vol. IV), 1878.

JOHANNES RÜCKERT, *Ueber die Entstehung der Exretionsorgane bei Selachiern*, 1888.

J. W. VAN WIJHE, *Ueber die Mesoderm-Segmente des Rumpfes und die Entwickelung des Excretion-Systems bei Selachiern*, 1889.

THEODOR BOVERI, *Ueber die Niere des Amphioxus*, 1890.

RICHARD SEMON, *Ueber die morphologische Bedeutung der Urniere in ihrem Verhältniss zur Vorniere und zum Genital-System*, 1890.

ADOLF DE LA VALETTE ST. GEORGE, *Der Hoden. Die Spermatogenese*, 1871-1891.

EDUARD VAN BENEDEN, *De la distinction originelle du testicule et de l'ovaire*, 1874.

RICHARD SEMON, *Die indifferente Anlage der Keimdrüsen beim Hühnchen*, 1887.

HERMANN KLAATSCH, *Ueber den Descensus testiculorum* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XVI), 1890.

WILHELM WALDEYER, *Eierstock und Ei*, 1870.

MAX WEBER, *Ueber Hermaphroditismus bei Wirbelthieren*, 1884-1890.

KOBELT, *Die männlichen und weiblichen Wollust-Organe*, 1844.

F. TOURNEUX, *Sur le développement et l'évolution du tubercule génital chez le foetus humain dans les deux sexes*, 1889.

PATRICK GEDDES e ARTHUR THOMSON, *The evolution of sex*, 1889.

HENRY FINCK, *Romantic love and personal beauty, their development, causal relations and national peculiarities*, 1887.

XXIX.

Signori!

Se noi giudichiamo l'importanza dei sistemi organici del corpo animale dalla molteplice ricchezza dei diversi fenomeni che essi ci presentano e dall'interesse fisiologico che vi è connesso, noi dobbiamo riconoscere che uno dei più importanti ed interessanti sistemi organici è quello alla cui evoluzione noi qui in ultimo ci volgiamo, è il *sistema degli organi riproduttori.* Come la nutrizione è la prima e più importante condizione per la conservazione dell'individuo organico, così solo alla riproduzione è dovuta la conservazione della *specie* organica, o piuttosto la conservazione della lunga serie di generazioni la quale nel suo nesso genealogico costituisce il complesso del tronco organico, il *phylon.* Nessun individuo organico gode di « vita eterna ». Non è concesso a ciascuno per il suo sviluppo individuale che un breve lasso di tempo, un momento impercettibilmente breve nella serie di milioni di anni della storia terrestre.

La *riproduzione*, e l'*eredità* che le è connessa, vien perciò già da molto tempo considerata a lato della nutrizione come la più importante funzione fondamentale degli organismi e si usa distinguere prevalentemente da essa questi « corpi naturali viventi » dai « corpi naturali inanimati od anorganici ». Tuttavia questa divisione non è poi così profonda e netta come ne ha l'apparenza e come per solito si crede. Infatti se si considera più dappresso la natura dei fenomeni riproduttivi si vede presto che essi si possono ricondurre ad una proprietà generale comune che appartiene tanto ai corpi anorganici come agli organici, cioè all'*accrescimento.* La riproduzione è una nutrizione ed un accrescimento dell'organismo oltre alla misura individuale che eleva una parte di esso a tutto. Ciò si palesa colla massima chiarezza quando noi consideriamo la riproduzione dei più semplici e bassi organismi, sopratutto delle monere (fig. 231, pag. 351) e delle unicellulari amebe (fig. 16, pag. 92). Il semplice individuo non possiede qui che il valore morfologico di un unico plastide. Ora tostochè esso per continuata nutrizione e per semplice accrescimento ha raggiunto una data misura di grandezza, non la oltrepassa più, ma si scinde per semplice divisione in due metà uguali. Ciascuna di queste due metà mena subito vita indipendente e ripiglia a crescere finchè avendo oltrepassato quel limite di accrescimento essa si divide nuovamente. In ciascuna di queste semplici divisioni spontanee si formano due nuovi centri di attrazione delle particelle corporee, come base dei due nuovi individui nascenti. Da ciò non si deve però ricavare una « immortalità degli unicellulari ». Infatti l'individuo, come tale, nel processo di divisione viene distrutto (cfr. pag. 110).

In molti altri *protozoi* la semplice riproduzione non avviene per scissione, ma per gemmazione. In questo caso l'accrescimento che inizia la riproduzione, non è totale (come nella scissione) ma parziale. Perciò anche nella gemmazione il prodotto

locale di accrescimento che si foggia quale gemma a nuovo individuo può essere contrapposto come individuo figlio all'organismo del genitore dal quale esso è prodotto. Quest'ultimo è più vecchio e più grosso del primo. Per contro nella scissione i due prodotti della divisione hanno uguale età e valore morfologico. Come ulteriori forme di differenziamento della riproduzione asessuale si riannodano alla gemmazione in terzo luogo la formazione di polispore ed in quarto luogo di monospore. Quest'ultima però ci conduce direttamente alla riproduzione sessuale, per la quale il momento determinante è il contrapposto differenziamento dei due sessi. Nella mia *Morfologia generale* (vol. II, pagg. 32-71) e nella mia *Storia della creazione naturale* (VIII conferenza) ho spiegato estesamente il legame fra queste diverse sorta di riproduzione.

I più antichi antenati dell'uomo e degli animali superiori non possedevano ancora la facoltà della generazione sessuale, ma si moltiplicavano unicamente per via asessuale, per scissione o gemmazione, polisporogonia o monosporogonia come fanno ancora oggidì molti protozoi. Solo nel corso ulteriore della filogenesi potè sorgere il contrasto sessuale fra i due sessi. Quel perfezionamento si mostra nella guisa più semplice in quei protisti nei quali alla ripetuta divisione dell'organismo unicellulare precede la fusione di due individui (coniugazione transitoria e copulazione permanente degli infusori). Noi possiamo dire che in questo caso l'accrescimento, condizione preliminare della riproduzione, viene raggiunto col fondersi insieme di due cellule adulte per formare un unico individuo omai grande oltre la misura. Nello stesso tempo da questo mescolarsi dei due plastidi vien determinato un *ringiovanimento* del plasma. Dapprima le due cellule copulantisi appaiono affatto uguali; presto però si forma fra di esse per scelta naturale un contrasto, producendosi cellule femminili maggiori (*macrospore*) e cellule maschili minori (*microspore*). Infatti per l'individuo nuovamente generato dev'essere di grande vantaggio nella lotta per la vita l'aver ereditato dalle due cellule genitrici diverse proprietà. Il compiuto svolgimento di questo progressivo contrasto fra le due cellule generatrici o *gonidii* condusse al *differenziamento sessuale.* L'una cellula divenne l'ovocellula *femminea* (*macrogonidio*), l'altra divenne cellula spermatica *maschile* (*microgonidio*). Cfr. pag. 106, 107.

Le più semplici condizioni della riproduzione sessuale ce le offrono, fra tutti i *metozoi* tuttora viventi, i gastreadi e le spugne inferiori, poi la nostra comune idra d'acqua dolce (*Hydra*) ed altri celenterii d'infimo ordine. *Prophysema* (fig. 240, pag. 358), *Olynthus* (fig. 243), *Hydra* ed altri hanno un semplicissimo corpo a sacco la cui sottile parete (come la primitiva *Gastrula*) non risulta che dai due foglietti germinativi primarii. Tostochè esso diviene sessualmente maturo alcune cellule della parete si trasformano in ovocellule femminee, altre in cellule spermatiche o seminali maschili: le prime, formando nel loro protoplasma una considerevole quantità di granuli vitellini, diventano molto grandi (fig. 240, *e*); le altre viceversa diventano per ripetuta divisione molto piccole e si trasformano in mobili spermatozoi dalla forma di spillo (fig. 19, pag. 99). Le due sorta di cellule si liberano dai foglietti germinativi primarii, loro luogo d'origine, cadono sia nell'acqua circostante, sia nella cavità digerente e qui si riuniscono fondendosi le une colle altre. Questo è l'importantissimo processo della « *fecondazione* » che noi abbiamo esaminato più dappresso nella VII conferenza (figg. 21-26, pag. 100-104).

Da questi semplicissimi processi della riproduzione sessuale quali si possono osservare anche oggigiorno negli infimi zoofiti, nei gastreadi, spongiari e polipi noi

veniamo arricchiti di molte importantissime conoscenze. Primo, noi apprendiamo così che per la riproduzione sessuale propriamente non si richiede altro se non la fusione di due differenti cellule, l'*ovocellula femminea* e la *spermatocellula maschile*. Tutte le altre contingenze e tutti gli altri fenomeni estremamente complessi che accompagnano negli amnioti superiori l'atto della generazione sessuale sono di natura subordinata e secondaria e non si sono associati che più tardi a quel semplicissimo processo primario di copulazione e fecondazione. Se però noi pensiamo quale straordinaria importanza abbia il sessualismo in tutta la natura organica, nel regno vegetale come nella vita animale ed umana, come la reciproca propensione ed attrazione dei due sessi, l'*amore*, sia l'impulso ai più molteplici e meravigliosi processi, anzi una delle più importanti cause meccaniche della superiore evoluzione biologica, noi non potremo mai dare troppa importanza al fatto che l'amore si possa ricondurre come a sua sorgente primitiva all'attrazione fra due diverse *cellule erotiche*.

Dovunque nella natura vivente da questa causa minima partono i massimi effetti. Pensate solo alla parte che hanno nella natura i fiori, gli organi sessuali delle piante fanerogame; oppure pensate alla quantità di meravigliosi fenomeni dovuti nella vita degli animali alla scelta sessuale; pensate infine all'importanza che ha l'amore nella vita dell'uomo: dovunque l'unico motivo, l'unica molla primitiva, è la fusione di due cellule; dovunque questo insignificante processo esercita la massima influenza sullo svolgersi dei più molteplici rapporti.

Ci è ben lecito affermare che nessun altro processo organico è neppur da lungi da mettersi a lato di esso per estensione ed intensità d'azione differenziante. Poichè il semitico mito di Eva che condusse Adamo alla « scienza » e l'antica leggenda greca di Paride ed Elena e tante altre celebri finzioni non sono forse altro che l'espressione poetica della smisurata influenza che l'amore e la « *scelta sessuale* » (36) che ne dipende hanno esercitato sul corso della storia universale dacchè è sorto il differenziamento dei due sessi? Tutte le altre passioni che dal canto loro agitano i petti umani non sono forse ben lontane dall'avere un'azione così potente come l'ardente ed acciecante Eros? Da una parte noi glorifichiamo riconoscenti l'amore come la fonte delle più splendide concezioni artistiche, delle più elevate creazioni della poesia, dell'arte plastica e della musica; noi veneriamo in lui il massimo fattore della civiltà umana, la base della vita di famiglia e perciò dello sviluppo degli stati. Dall'altra parte noi temiamo in lui la fiamma divoratrice che spinge lo sfortunato alla rovina, e che ha cagionato più miserie, più vizi e misfatti che non abbiano fatto riuniti tutti gli altri mali del genere umano. Così meraviglioso è l'amore e così infinita è l'importanza del suo influsso sulla vita psichica, sulle più diverse funzioni del tubo midollare che qui appunto più che altrove la forza « soprannaturale » sembra beffarsi di qualsiasi naturale spiegazione. E tuttavia, malgrado tutto ciò la storia comparata dell'evoluzione ci riconduce in modo affatto semplice ed indubbio all'antichissima sorgente dell'amore; all'*affinità di due cellule erotiche: spermatocellula ed ovocellula* (chemotropismo erotico) (195).

Come gli infimi metozoi ci istruiscono su questa semplicissima origine dei complicati fenomeni riproduttivi, così essi ci palesano in secondo luogo l'importante fatto che la più antica e primitiva condizione sessuale fu l'*ermafrodismo* e che solo secondariamente nacque da questo (per divisione di lavoro) la separazione dei sessi. L'*ermafrodismo* è predominante negli animali inferiori dei più diversi gruppi; ogni singolo individuo sessualmente maturo, *ogni persona*, contiene qui cellule sessuali femminee

e maschili ed è perciò atto a fecondarsi e riprodursi. Così non solo noi troviamo negli infimi zoofiti sopracitati (gastreadi, spugne e molti polipi) riunite in una medesima persona cellule-ova e cellule seminali, ma anche molti vermi (per es. le sanguisughe ed i lombrichi), molti gasteropodi (le comuni chiocciole degli orti e dei vigneti), tutti i tunicati e molti altri animali invertebrati sono in tal modo ermafroditi. Anche tutti i più antichi progenitori invertebrati dell'uomo, dai gastreadi su fino ai procordonii, saranno stati ermafroditi. Probabilmente erano ancora ermafroditi persino i più antichi acranii. Un'importante testimonianza ce ne è data dalla circostanza rimarchevole che varii generi di pesci sono ancor oggi ermafroditi e che accidentalmente (come atavismo) l'ermafrodismo appare tuttodì in vertebrati superiori di tutte le classi. Da ciò ci è permesso conchiudere che solo nell'ulteriore corso della nostra filogenesi dell'ermafrodismo si è svolta la *separazione dei sessi* (il *gonocorismo*), la distribuzione delle due sorta di cellule sessuali su diverse persone (143). Dapprima le persone maschili e femminili non sono state distinte che pel possesso delle due sorta di gonadi, essendo nel resto interamente uguali, come è ancor oggi il caso per l'*Amphioxus* e pei ciclostomi. Solo più tardi alle primarie ghiandole sessuali si sono aggiunti organi ausiliarii secondarii (condotti, ecc.); ed ancora molto più tardi per opera dell'efficacissima *scelta naturale*, si sono svolti i cosidetti « caratteri sessuali secondarii », cioè quelle differenze fra il sesso maschile e femminile, le quali non riguardano i veri organi sessuali, ma altre parti del corpo (per esempio la barba dell'uomo, il seno della donna) (36).

Il *terzo* importante fatto che noi apprendiamo dagli infimi zoofiti concerne la prima origine delle due sorta di cellule sessuali. Poichè infatti nei gastreadi, negli infimi spongiari ed idroidi, dove noi incontriamo quei semplicissimi principii di differenziamento sessuale, l'intero corpo non risulta per tutta la vita che dai due foglietti germinativi primarii, così anche *le due sorta di cellule sessuali non potranno qui essere sorte che da cellule dei due foglietti primarii*, o dall'esterno, o dall'interno, o da tutti e due. Questa semplice cognizione è straordinariamente importante perchè il primo abbozzo tanto delle ovocellule, quanto delle spermatocellule negli animali superiori — e specialmente nei vertebrati — è riposta nel foglietto medio o mesoderma. Questa condizione non si è prodotta da quella che in via secondaria (in relazione coll'acquisizione secondaria del mesoderma).

Se noi ora rintracciamo più oltre la filogenesi degli organi sessuali dei nostri più antichi progenitori metazoi, quale essa ci è tuttora presentata dall'anatomia comparata ed ontogenesi degli infimi vermi e zoofiti noi dobbiamo rilevare quale primo progresso la *localizzazione dei gonidii*, il raccogliersi delle due sorta di cellule sessuali sparse nell'epitelio in gruppi determinati. Mentre nelle spugne e negli infimi idropolipi singole cellule sparse si separano dagli strati cellulari dei due foglietti germinativi primarii e, quali *cellule* sessuali, si fanno libere, noi, nei zoofiti e vermi superiori, troviamo quelle cellule associate e radunate a gruppi in cumuli sociali che noi chiameremo oramai « *ghiandole sessuali* » o « *ghiandole germinali* » (*gonadi*). È solo ora che noi possiamo parlare di *organi* sessuali in senso morfologico. Le ghiandole germigene *femminili* che così nella loro più semplice forma sono costituite da un mucchio di omogenee ovocellule sono gli *ovarii* (*ovaria* od *oophora*) (fig. 295, *e*, pag. 455). Le ghiandole germigene maschili che parimenti non risultano nella loro più antica forma che da un cumulo di cellule spermatiche sono i *testicoli* (*spermaria* o *testiculi*, figura 295, *h*). Nelle meduse, le quali tanto ontogeneticamente quanto

filogeneticamente si devono derivare dai semplici polipi, noi troviamo tali semplici ghiandole sessuali in forma ora di tasche stomacali, ora di ciechi dei canali radiali che irradiano dallo stomaco. Nelle meduse inferiori (craspedote) le due sorta di gonadi nascono dall'esoderma, nelle meduse superiori (acraspede) dall'entoderma. Quelle provengono da polipi idroidi, queste da scifopolipi.

Nella gran maggioranza dei *bilaterii* o *celomari* (pag. 370), dei metazoi bilaterali, è dal *mesoderma* che si producono le gonadi. Si devono probabilmente considerare come i più antichi inizii di esse quelle due grandi cellule pari che appaiono al margine del prostoma (a destra e sinistra) al formarsi della gastrula o subito dopo, quegli importantissimi *promesoblasti*, le « cellule polari del mesoderma o cellule primordiali del foglietto medio » (pag. 310). Nei veri *enteroceli* nei quali il mesoderma viene abbozzato fin dal principio in forma di un paio di tasche celomiche,

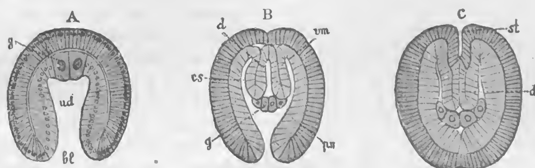


Fig. 411. — Embrione di una sagitta, in tre stadii di sviluppo. Da Hertwig.

A) Gastrula; *B*) *Coelomula* con prostoma aperto; *C*) La stessa con prostoma chiuso. — *ud*) Intestino primitivo; *bl*) Prostoma; *g*) Progonidii (cellule sessuali primitive ermafroditiche); *cs*) Tasche celomiche; *pm*) Foglietto parietale; *vm*) Foglietto viscerale; *d*) Intestino permanente (enteron); *st*) Fossa boccale (*Stomodaeum*).

queste stesse si devono considerare con grande probabilità come le primitive gonadi (pag. 312). La *Sagitta*, quell'interessante strongilario che per la tipica semplicità della sua istogenesi epiteliale (senza formazione di mesenchima) è anche per tanti altri riguardi così istruttivo (pag. 164), mostra ciò molto chiaramente. Nella *Gastrula* di *Sagitta* (fig. 411, *A*) già molto per tempo al fondo dell'intestino primitivo (*ud*) due cellule entodermiche si segnalano per speciale grandezza (*g*). Queste *cellule sessuali primitive* (*progonidia*) giacciono affatto simmetricamente a destra e sinistra del piano mediano, come i due *promesoblasti* della gastrula bilaterale dell'*Amphioxus* (fig. 221, pag. 312). Immediatamente all'esterno d'esse le due tasche celomiche (*B*, *cs*) vengono estroflesse dall'intestino primitivo verso la bocca ed allora *ciascun progonidio si divide in una cellula sessuale maschile ed una femminile* (*B*, *g*). Le due cellule maschili (dapprima un po' maggiori) giacciono internamente l'una presso l'altra e sono le cellule madri del testicolo (*prospermaria*). Le due cellule femminee giacciono esternamente ad esse e sono le cellule madri dell'ovario (*protovaria*). Più tardi, quando le due tasche celomiche (*c*, *d*) si sono staccate dall'intestino definitivo ed il prostoma (*A*, *Cl*) si è chiuso, le due cellule femminee si portano in avanti verso la bocca (*C*, *st*) mentre le maschili si ritirano indietro. Allora il paio di ovarii, che sta all'avanti, viene separato dal posteriore paio di spermarii per mezzo di un setto trasversale. Per tal modo i primi abbozzi delle due sorta di ghiandole sessuali dell'ermafroditica sagitta sono *un paio di cellule entodermiche ermafroditiche;* ciascuna di queste si scinde in una cellula maschile ed una femminile, e queste *quattro cellule*

gonocoristiche sono le *cellule madri* delle quattro ghiandole sessuali. Forse anche i due *promesoblasti* della gastrula dell'*Amphioxus* (fig. 221) sono da considerarsi nello stesso senso come « cellule sessuali primitive » che questo antichissimo vertebrato ha ereditato dai vetustissimi *gastreadi bilaterali* suoi progenitori.

L'*Amphioxus* sessualmente maturo non è ermafrodito come lo sono i suoi più prossimi affini invertebrati, i tunicati, e come erano verosimilmente i provertebrati presiluriani (*Prospondylus*, figg. 95-99, pag. 189) da gran tempo estinti. Piuttosto l'odierno *Amphioxus* ha disposizioni gonocoristiche di forma molto interessante. Come vi ricorderete dalla anatomia dell'*Amphioxus*, noi troviamo qui gli ovarii nella femmina ed i testicoli nel maschio in forma di 20-30 paia di sacchetti ellittici o quadrangolari-arrotondati che da ambo i lati dell'intestino giacciono internamente contro alla superficie parietale della cavità respiratoria (cfr. pagg. 290 e 316, tavola X, fig. 13, *e*). Queste gonadi, in origine distribuite in modo esattamente segmentale sul terzo mediano del corpo, hanno massimo interesse filogenetico. Infatti la loro ontogenesi c'insegna che esse nascono dalla parte inferiore delle tasche celomiche mentre la parte mediana di esse si oblitera e la parte superiore forma i canali prorenali. Le metameriche *gonadi degli acranii sono iposomiti* del tronco. Recentemente (1888) il Rückert fece l'importante scoperta che anche le ghiandole sessuali dei pesci più antichi, dei selaci, si abbozzano nella stessa guisa. Solo successivamente gli abbozzi segmentali di esse qui si riuniscono e si fondono insieme a formare un paio di semplici gonadi. Queste si sono poi trasmesse ereditariamente a tutti gli altri cranioti. Dappertutto esse giacciono qui in origine ai due lati del mesenterio, al disotto della corda dorsale, nella profondità della cavità del corpo (fig. 412, *g*). Le loro prime traccie sono qui visibili nell'epitelio celomico, nel sito ove nella « lamina mediana o lamina mesenterica » si incontrano il foglietto fibro-cutaneo ed il foglietto fibro-intestinale (fig. 416, *mp*, pag. 584). Qui si osserva già per tempo nell'embrione di tutti i cranioti un accumulamento cordoniforme di piccole cellule che noi, seguendo Waldeyer, possiamo chiamare « epitelio germinale » od anche (in correlazione cogli abbozzi laminiformi degli altri organi) la *lamina sessuale* (fig. 412, *g*; tav. IV, fig. 5, *k*). Questa lamina germinale o *lista sessuale* (*callus germinalis*) appare nell'embrione dell'uomo fin dalla quinta settimana in forma di un paio di lunghe striscie bianchiccie al lato interno dei reni primitivi (fig. 413, *t*, *u*). Le cellule di questa lamina sessuale (*lamella sexualis*) per la loro forma cilindrica e per la loro composizione chimica

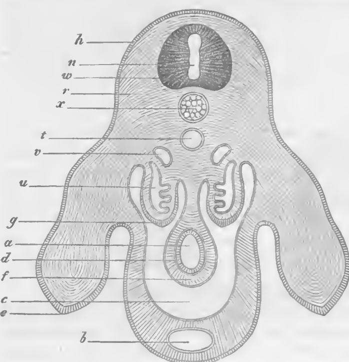


Fig. 412. — Sezione trasversa della regione del bacino e degli arti posteriori di un embrione di pollo al quarto giorno d'incubazione, ingrandito circa 40 volte.

h) Lamina cornea; *w*) Tubo midollare; *n*) Canale del tubo midollare; *u*) Reni primitivi; *x*) Corda; *e*) Zampe; *b*) Canale allantoidale nella parete ventrale; *t*) Aorta; *v*) Vene cardinali; *a*) Intestino; *d*) Foglietto glandulo-intestinale; *f*) Foglietto fibro-intestinale; *g*) Epitelio germinale; *r*) Muscoli dorsali; *c*) Cavità del corpo o celoma. Da Waldeyer.

si distinguono essenzialmente dalle altre cellule celomiche; esse hanno significato diverso da quello delle piatte cellule dell' « epitelio celomico sieroso » le quali tappezzano la rimanente parte della cavità del corpo. L' « epitelio germinale » della lista sessuale si inspessisce ed in esso dal mesoderma si addentra del tessuto di sostegno e così esso diviene l'abbozzo di una ghiandola sessuale indifferente. Questa gonade ventrale si svolge allora nel cranioto femmineo in un ovario, nel maschile in un testicolo.

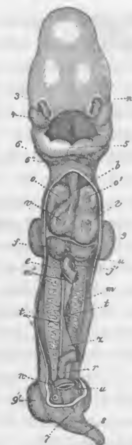


Fig. 413. — Embrione umano, di quattro settimane, dal lato ventrale, aperto.

La parete toracica e l'addominale sono tagliate via, cosicchè il contenuto della cavità toracica e addominale è allo scoperto. Inoltre tutte le appendici (amnio, allantoide, sacco vitellino) sono rimosse, come pure la parte media dello intestino; *n*) Occhio; 3) Naso; 4) Mascella superiore; 5) Mascella inferiore; 6) Secondo, 6'', terzo arco branchiale; *ov*) Cuore (*o*, atrio destro; *o'*, sinistro; *v*, ventricolo destro; *v'*, sinistro); *b*) Origine dell'aorta; *f*) Fegato (*u*, vena ombelicale); *e*) Intestino (coll'arteria vitellina, recisa in *a'*); *j'*) Vena vitellina; *m*) Rene primitivo; *t*) Abbozzo della ghiandola sessuale; *r*) Intestino terminale (col mesenterio *z* reciso); *n*) Arteria ombelicale; *u*) Vena ombelicale; 7) Ano; 8) Coda; 9) Arto anteriore; 9') posteriore. Da Coste.

Mentre noi dobbiamo vedere nello svilupparsi delle due sorta di *gonidii* o di cellule sessuali erotiche e nel loro riunirsi per la fecondazione *il solo momento essenziale della riproduzione sessuale*, noi però nella grande maggioranza degli animali troviamo funzionanti per la riproduzione ancora altri organi; i più importanti di questi organi sessuali secondarii sono i *condotti sessuali* (*gonoductus*) i quali servono a condurre fuori del corpo le cellule sessuali mature, e poi gli *organi copulatori* (*copulativa*) cui incombe la trasmissione dello sperma fecondatore dall'individuo maschile all'individuo femminile che porta le uova.

Questi ultimi per solito si trovano solo negli animali superiori di diversi gruppi e sono molto meno generalmente sparsi che non i condotti. Ma anche questi sono nati secondariamente e mancano a molti animali dei gruppi inferiori. Qui le cellule sessuali mature vengono per solito direttamente scaricate all'esterno. Ora esse vanno all'esterno direttamente attraverso all'integumento (*Hydra* e molti idroidi), ora esse cadono nella cavità gastrica e vengono emesse per l'apertura boccale (gastreadi, spugne, molte meduse e coralli), ora esse cadono nella cavità celomica e vengono emesse per uno speciale foro della parete del corpo (*porus genitalis*). Quest'ultimo è il caso in molti vermi, ma anche fra gli infimi vertebrati l'*Amphioxus* mostra la speciale particolarità che i prodotti sessuali maturi cadono dapprima nella cavità del mantello, di lì (per le fessure branchiali) nell'intestino branchiale donde vanno per l'apertura boccale all'esterno (pag. 306). Nei ciclostomi essi cadono nella cavità del corpo e sono emessi attraverso ad un *porus genitalis* della sua parete, così pure anche in alcuni pesci. Questi ci istruiscono delle più antiche condizioni che sussistevano a questo riguardo nei nostri antenati. Per contro in tutti i vertebrati superiori e nel più degli inferiori (come pure nella massima parte degli invertebrati superiori) noi troviamo nei due sessi speciali condotti tubulari delle cellule sessuali, cioè delle *vie sessuali* (*gonoductus*). Nel sesso femminile esse conducono all'esterno le ovocellule dagli ovari e perciò vengono dette *ovidotti* (*oviductus* o *tubae Fallopiae*). Nel sesso maschile questi tubi conducono dai testicoli all'esterno le cellule spermatiche e si chiamano *vasi deferenti* (*spermaductus* o *vasa deferentia*).

Le condizioni primitive e genetiche di queste due sorta di condotti sono nell'uomo le stesse come negli altri vertebrati

superiori e affatto diverse da quelle del più degli invertebrati. Infatti mentre in questi ultimi i condotti sessuali per solito si sviluppano direttamente dalle ghiandole germinali e dall'integumento esterno, nei vertebrati viene adoperato come condotto dei prodotti sessuali un sistema organico indipendente che prima aveva tutt'altro significato e funzione, cioè il *sistema renale* o gli *organi urinarii*. Questi organi in origine e *primariamente* avevano unicamente lo scopo di espellere in forma fluida dal corpo materie inutili. Il liquido prodotto di secrezione da essi preparato è detto *urina* e viene emesso sia direttamente per l'integumento esterno, sia per l'ultima porzione dell'intestino; solo in seconda linea, solo *secondariamente* i tubulari « ureteri » raccolgono anche i prodotti sessuali dall'interno e li conducono all'esterno. Essi diventano così « condotti urogenitali » (*ductus urogenitales*). Questa rimarchevole riunione secondaria degli organi urinari e degli organi sessuali a formare un « sistema urogenitale » comune è molto caratteristica per i *gnatostomi*, per le sei classi superiori dei vertebrati, tuttavia essa manca ancora alle due classi più basse. Per apprezzarla rettamente noi dobbiamo dapprima gettare uno sguardo comparativo sulla disposizione degli organi urinari in generale.

Il *sistema renale* o « sistema urinario » (*systema uropoeticum*) è fra i più antichi e più importanti sistemi organici del corpo animale differenziato, come più sopra abbiamo incidentalmente rilevato (cfr. la Conferenza XVII). Noi lo troviamo quasi generalmente sparso non solo nei tipi animali superiori ma anche nell'antico tipo degli elminti. Qui noi lo incontriamo persino nei più bassi ed imperfetti vermi, nei rotiferi e gastrotrichi (fig. 368), come pure in quell'importante *phylum* dei platodi che sta sul limite fra i celenterii e i bilaterii (fig. 244). Sebbene questi platelminti non abbiano ancora nè vera cavità del corpo, nè sangue, nè sistema vascolare, nè ano, tuttavia in essi il sistema renale è generalmente presente. Esso consiste in un paio di canali semplici o ramificati che sono tappezzati da uno strato cellulare, assorbono dai tessuti umori inutilizzabili e li conducono fuori per un'apertura cutanea esterna (fig. 244, *n m*).

Non solo i liberi turbellari, ma anche i parassitici trematodi, anzi persino gli ancor più degradati cestodi, che in seguito alla vita parassitica hanno perduto il loro canale digerente, sono muniti di tali « canali urinarii », o nefridii. Consuetamente essi nei vermi vengono detti tubi escretori od *organi escretori*, anticamente venivano spesso detti anche vasi acquiferi. Filogeneticamente essi possono essere interpretati come *ghiandole cutanee* tubulari, potentemente sviluppate, sia che esse siano prodotte per invaginazione del foglietto cutaneo verso l'interno, sia che invece siano sorte per secondaria perforazione delle pareti della cavità del corpo verso l'esterno. Nel più degli elminti ciascun nefridio ha un'apertura interna (con imbuto ciliato) nella cavità del corpo ed un'apertura esterna sul tegumento.

Mentre in questi infimi ed inarticolati vermi non vi ha che un solo paio di canali renali, questi nei vermi superiori articolati appaiono in numero maggiore. Negli anellidi (*anellides*), il cui corpo è composto da un gran numero di « segmenti » o metameri, si trova in ciascun metamero o segmento un paio di tali reni primitivi (detti perciò « canali segmentali od organi segmentali »). Anche qui essi sono ancora tubi semplicissimi; per la loro forma attorcigliata e disposta ad anse essi vengono spesso detti anche « Schleifencanäle ». Nel più degli anellidi, come già anche in molti elminti si possono distinguere nel nefridio tre porzioni: un condotto muscoloso esterno, una parte ghiandolosa mediana ed una parte interna la quale si apre per un

imbuto nella cavità del corpo. Quest'apertura è munita di ciglia vibratili e perciò può direttamente raccogliere dalla cavità del corpo i liquidi da rigettare e condurli all'esterno. Ora in questi vermi anche le cellule sessuali, che si sviluppano in semplicissima forma dalla superficie interna della parete del corpo, raggiunta la loro maturità, cadono nel celoma e vengono parimente ingoiate dagli interni infundiboli ciliati dei canali renali e condotte all'esterno insieme coll'urina. I canali segmentali secernenti l'urina o « reni primitivi » servono dunque negli anellidi femminei anche come ovidotti, nei maschili come « vasi deferenti ».

In modo molto simile a questi reni segmentali degli annellidi, ma tuttavia essenzialmente diverso, si comporta anche il *sistema renale dei vertebrati*. Il suo particolare sviluppo ed i suoi rapporti cogli organi sessuali sono fra i più difficili temi che ci siano presentati dalla morfologia di questo tipo. Sebbene la sua soluzione sia già stata tracciata precedentemente da una fila di segnalati osservatori (Giovanni Müller, Rathke, Guglielmo Müller, Fürbringer ed altri), essa non è stata tuttavia portata molto oltre se non dalle scoperte ontogenetico-comparative degli ultimi anni, sopratutto dalle importanti scoperte di J. Rückert e J. Van Wijhe sui *selaci*, di Teodoro Boveri sull'*Amphioxus* e di Riccardo Semon sull'*Ichthyophis* (cfr. pag. 572). Da queste ricerche critico-comparative condotte con molto metodo e sulla base della teoria della discendenza ci son divenuti comprensibili filogeneticamente molti notevoli fatti che prima nell'ontogenesi del nostro sistema urogenitale ci colpivano quali meravigliosi enigmi, ed in pari tempo noi abbiamo imparato a comprendere il significato cenogenetico di parecchie notevoli aberrazioni secondarie dal corso originale, primario dello sviluppo.

Se noi da questo punto di vista filogenetico consolidato dalle ultime ricerche gettiamo uno sguardo complessivo sul sistema renale dei vertebrati noi possiamo in generale distinguere tre diverse sue forme: 1° *Proreni* o reni cefalici (*protonephros*); 2° *reni primitivi* o reni medii (*mesonephros*); 3° *reni posteriori* o reni permanenti (*metanephros*). Questi *tre sistemi di reni* non sono fondamentalmente diversi, nè interamente separati come più antichi osservatori (per esempio Semper) avevano erroneamente ammesso, ma invece rappresentano *tre diverse generazioni* di uno stesso apparato escretore; essi corrispondono a tre stadii filogenetici d'evoluzione e nella filogenesi dei vertebrati seguono in tal modo gli uni agli altri che ciascuna generazione più recente e perfetta si sviluppa più all'indietro nel corpo e respinge la più antica ed inferiore generazione che in tempo ed in ispazio la precede. Il *prorene* o « rene cefalico » per la prima volta (1875) esattamente descritto da Guglielmo Müller nei *ciclostomi* ed *ittiodi* forma l'unico apparato escretore degli acranii (*Amphioxus*); esso persiste ancora nei ciclostomi ed in alcuni pesci, ma solo in traccie o transitoriamente esso viene ad abbozzarsi nell'embrione delle sei rimanenti classi di vertebrati. Il *rene primitivo* appare dapprima nei *ciclostomi* dietro al *prorene;* esso si è trasmesso in eredità dai selaci a tutti i gnatostomi. Negli anamnii esso funziona per tutta la vita come ghiandola urinaria; negli amnioti invece la sua parte anteriore (« rene germinale ») si trasforma in organo dell'apparato sessuale, mentre dall'estremità della sua parte posteriore (« rene urinario ») si produce la terza generazione, il caratteristico *rene permanente* o rene posteriore delle tre classi superiori di vertebrati. L'ordine ontogenetico nel quale appaiono gli uni dopo gli altri i tre sistemi renali nell'embrione dell'uomo e dei vertebrati superiori corrisponde alla loro successione nella nostra filogenesi e perciò anche nel sistema dei vertebrati.

Poichè la disposizione segmentale e la struttura dei reni (che in origine sono sempre un paio di tubi per ciascun segmento del corpo) si presentano in modo simile nei vertebrati come negli annellidi se ne era una volta erroneamente dedotto che vi fosse una stretta consanguineità fra questi due gruppi (pag. 240, 366). Frattanto questa metameria non fornisce alcun argomento in favore di ciò; infatti essa corrisponde solo alla segmentazione generale del corpo la quale si ripete anche pel più degli altri organi di esso ma che si compie nei due gruppi in via affatto differente (pag. 254, 364). Inoltre in tutti i vertebrati tutti i canali renali sboccano da ciascun lato in un semplice condotto, il nefrodotto; questo agli annellidi manca interamente. Qui ogni singolo canale sbocca da sè sull'integumento.

Come nella morfologia di qualsiasi altro sistema organico, così anche in quella degli organi urinari e sessuali l'impagabile *Amphioxus* appare come il vero *provertebrato* tipico, come la semplice chiave per penetrare nei più oscuri segreti della struttura corporea dell'uomo e dei vertebrati superiori. I reni dell'*Amphioxus*, scoperti solo nel 1890 da Boveri, sono tipici « proreni » composti di una serie pari di brevi canaletti segmentali (fig. 207, *x*, pag. 292). L'interno orificio di questi pronefridii sbocca nella mesodermica cavità del corpo (nella parte mediana del celoma, B), l'esterno nell'esodermica cavità del mantello o spazio peribranchiale (C). Tanto dalla loro posizione come dalla loro struttura e dai loro rapporti coi vasi branchiali viene chiaramente dimostrato che questi pronefridii segmentali corrispondono agli abbozzi dei proreni degli amnioti. Però la cavità del mantello, nella quali essi sboccano, sembra essere omologa al nefrodotto di questi ultimi.

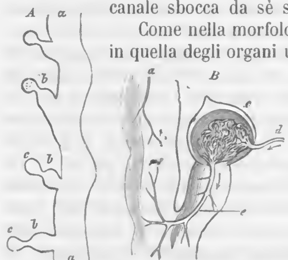


Fig. 414. — *A*, Un pezzo di rene di bdellostoma; *B*, Un pezzo dello stesso rene più ingrandito.

A: *b*) Canali segmentali o canaletti urinarii primitivi (*Pronephridia*); *c*) Vescicole renali (*Capsulae Malpighianae*). — *B*: *c*) Vescicola renale col glomerulo; *d*) Arteria afferente; *e*) Arteria efferente. Da Giovanni Müller.

Indicazioni molto interessanti ci offrono anche i vertebrati immediatamente superiori, i *ciclostomi*. Entrambi gli ordini di questa classe, tanto i mixinoidi come i petromizonti, possiedono ancora i proreni avuti in eredità dagli acranii, i primi permanentemente, i secondi solo in gioventù. Dietro essi però si sviluppa già il *rene primitivo* in forma affatto tipica. Questa rimarchevole costituzione del *mesonephros* dei ciclostomi scoperta da Giovanni Müller ci spiega la complicata costituzione del rene dei vertebrati superiori. Noi troviamo infatti dapprima nei mixinoidi (*Bdellostoma*) da ciascun lato un canale allungato, il condotto prorenale (*nephroductus*, fig. 414, *a*). Questo sbocca col suo capo anteriore nel celoma per mezzo di un'apertura imbutiforme ciliata, col suo capo posteriore all'esterno per un'apertura dell'esterno integumento Al suo lato interno sbocca in esso una grande quantità di piccoli canalicoli trasversali (« canali segmentali o canaletti urinari primitivi », *b*). Ciascuno di questi ultimi termina a fondo cieco in una capsula rigonfia a vescica (*c*) e questa racchiude un gomitolo di vasi sanguigni (*glomerulus*, una « rete mirabile » arteriosa, fig. 414, B *c*). Ramuscoli arteriosi afferenti (*vasa afferentia*) conducono sangue arteriale nelle contorte diramazioni del « glomerolo » (*d*) e ramuscoli arteriali efferenti (*vasa efferentia*) lo riconducono nuovamente fuori della rete mirabile (*e*). Per questa formazione d'una rete mirabile i canaletti dei reni primitivi (*mesonephridia*) si

distinguono dai loro precursori, dai semplici canaletti dei proreni (*protonephridia*) collocati più avanti. In origine il condotto prorenale riceve solo i primi, in seguito anche i secondi; così esso si trasforma in condotto dei reni primitivi (*segmentalductus*).

Anche nei *selaci* si trova da ciascun lato una serie longitudinale di canali segmentali che sboccano verso l'esterno nel condotto dei reni primitivi (*nefrotomo*, pag. 249). I canali segmentali (un paio per ciascun metamero nella parte mediana del corpo) si aprono all'interno liberamente nella cavità del corpo per mezzo di un imbuto ciliato. Dal gruppo posteriore di questi organi si forma un rene primitivo compatto, mentre il gruppo anteriore prende parte alla formazione degli organi sessuali. Le sezioni di embrioni di squalo (fig. 361, 362, pag. 520) ci insegnano che *questi nefridii segmentali dei vertebrati sono in origine i canali di collegamento fra le tasche celomiche dorsali e ventrali*, fra il miocelo degli episomiti ed il gonocelo degli iposomiti (cfr. pagg. 232, 246).

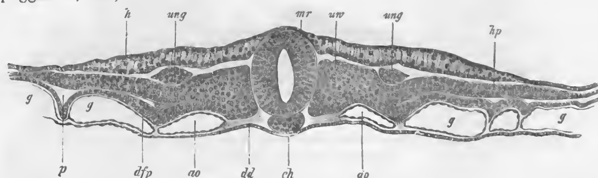


Fig. 415. — Sezione dello scudo embrionale d'un pulcino incubato per 42 ore. Da Kölliker.

mr) Tubo midollare; *ch*) Corda; *h*) Lamina cornea (foglietto cutaneo-sensorio); *ung*) Condotto dei reni primitivi; *uw*) Episomiti (protosegmenti dorsali); *hp*) Foglietto fibro-cutaneo (foglietto parietale degli iposomiti); *dfp*) Foglietto fibro-intestinale (suo foglietto viscerale); *ao*) Aorta; *g*) Vasi (cfr. la sezione trasversa dell'embrione di anitra, fig. 319, pag. 470).

Nella stessa semplicissima forma che permane tutta la vita nei mixinoidi ed in parte nei selaci si abbozza dapprima il *rene primitivo* nell'embrione dell'uomo e di tutti gli altri cranioti (figg. 417, 418). Delle due parti delle quali si compone il pettiniforme rene primitivo appare dappertutto per primo il condotto longitudinale di emissione, il nefrodotto; solo dopo di esso appaiono nel mesoderma i canaletti trasversali, i nefridii secretori; e solo in terza linea si uniscono a questi, come diverticoli celomici, le vescicole di Malpighi coi gomitoli vascolari arteriosi. Il *condotto dei reni primitivi* che si forma pel primo appare nel germe di tutti i cranioti fin da quel primo periodo nel quale appunto è avvenuta nell'esoderma la separazione del tubo midollare dalla lamina cornea, nell'entoderma la separazione della corda dorsale dal foglietto intestinale, e che fra i due foglietti limitanti si sono abbozzate le paia di tasche celomiche (fig. 415). Qui il nefrodotto (*ung*) appare da ciascun lato, immediatamente sotto alla lamina cornea, come un lungo, tenue, filiforme cordone cellulare. Presto esso si scava formando un canale che scorre dirittamente dall'avanti all'indietro e che nella sezione dell'embrione mostra chiaramente la sua posizione primitiva nella lacuna fra la lamina cornea (*h*), i protosegmenti (*uw*) e le lamine laterali (*hpl*). Sulla prima origine di questo « nefrodotto » si disputa ancora poichè alcuni ontogenisti lo derivano dall'esoderma, altri dal mesoderma; secondo una terza opinione la parte anteriore (interna) del nefrodotto nasce dal foglietto germinativo medio, la parte posteriore (esterna) dal foglietto esterno. La futura decisione sulla sua origine ontogenetica dovrà anche influire sulla sua interpretazione filogenetica. Probabilmente il nefrodotto dei vertebrati è omologo ai nefridii

primarii degli elminti e si deve perciò considerare come « vaso acquifero » o « rene stipite » (*archinephros*). Molto importante è la sua migrazione nello scudo embrionale degli amnioti (figg. 416, 319). Qui esso perde di buon'ora la sua posizione superficiale, migra attraverso alle lamine protovertebrali ed alle lamine laterali verso l'interno ed infine viene a giacere contro alla superficie interna della cavità del corpo (cfr. figg. 132-141, pag. 224-228, come pure tav. IV, figg. 4-8, *u*). Durante questa migrazione del nefrodotto si formano al suo lato interno ed inferiore una gran quantità di piccoli canaletti trasversali (fig. 417, *a*) corrispondenti ai pronefridii segmentali dei mixinoidi (fig. 414, *b*). Al capo interno di ciascun « canaletto urinario primitivo » nasce da un ramo dell'aorta una rete mirabile arteriale la quale forma un gomitolo vascolare (*glomerulus*). Finora si era ammesso che il glomerulo invagini in certo modo in se stesso l'estremità interna rigonfia a vescica del canaletto urinario primitivo. Ora

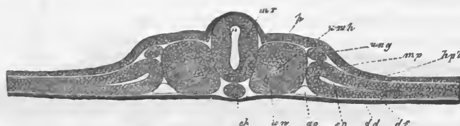


Fig. 416. — Sezione trasversa dell'embrione di un pulcino al secondo giorno d'incubazione. Da Kölliker.

h) Lamina cornea; *mr*) Tubo midollare; *ch*) Corda; *uw*) Striscia protovertebrale; *hpl*) Foglietto fibro-cutaneo; *df*) Foglietto fibro-intestinale; *mp*) Lamina mesenterica o lamina mediana (sito di unione dei due foglietti fibrosi); *sp*) Cavità del corpo (celoma); *ao*) Aorta primitiva; *dd*) Foglietto glandulo-intestinale.

però Riccardo Semon ha mostrato nel suo segnalato lavoro « sul significato morfologico dei reni primitivi » (1890) che quella veduta era falsa e che piuttosto caduna *vescicola renale* di Malpighi si deve considerare come un'estroflessione della cavità del corpo, come un « *diverticolo celomico* », nel quale sbocca il capo interno (l'imbuto ciliato) di ciascun canaletto e nel quale si addentra dall'interno un glomerulo. Coll'allungarsi ed accrescersi di questi canaletti primitivamente molto brevi ciascuno dei due reni primitivi acquista la forma di una foglia semi-pinnata (fig. 418). Le fogliolìne sono rappresentate dai canaletti urinari primitivi (*u*), la nervatura mediana dal nefrodotto (*w*) che è collocato verso l'interno. Al margine interno dei reni primitivi è ora già visibile come corpo vistoso l'abbozzo della ghiandola sessuale neutra (*g*). L'estremità posteriore del nefrodotto sbocca affatto all'indietro nell'ultima sezione del retto perlocchè quest'ultimo diventa una cloaca. Tuttavia questo sboccare dei nefrodotti nell'intestino si deve considerare filogeneticamente come una condizione secondaria. In origine essi, come lo dimostrano chiaramente i ciclostomi, sboccano affatto indipendentemente dall'intestino per l'esterna parete addominale.

Mentre nei mixinoidi i reni primitivi conservano per tutta la vita quella semplice disposizione a pettine e una parte di essa persiste anche nei selaci, essa in tutti i rimanenti cranioti appare solo rapidamente transitoria nell'embrione, come ripetizione ontogenetica di quell'antichissimo stato filogenetico. Molto presto qui il rene primitivo per rigoglioso accrescimento, allungamento, moltiplicazione ed attorcimento dei canaletti urinari diventa una vistosa ghiandola compatta di forma allungata, ovale od affusata che attraversa pel lungo la massima parte del celoma embrionale (fig. 378, *m*, pag. 540; fig. 413, *m*). Qui essa giace presso alla linea mediana, immediatamente sotto alla

primitiva colonna vertebrale e va dalla regione del cuore fino alla cloaca. I reni primitivi destri e sinistri giacciono parallelamente affatto vicini l'uno all'altro non da altro separati che dal mesenterio; quello stretto e sottile foglio che attacca l'intestino medio alla superficie inferiore della colonna vertebrale primitiva. Il condotto egestore di ciascun rene primitivo, il nefrodotto, scorre al lato inferiore ed esterno della ghiandola verso l'indietro e sbocca nella cloaca affatto vicino al punto di partenza dell'allantoide, più tardi esso sbocca nello stesso allantoide (fig. 185, pag. 268).

Il *rene primitivo* o primordiale veniva una volta nell'embrione degli amnioti chiamato ora « corpo di Wolff » ora « corpo di Oken ». Dappertutto esso per un certo

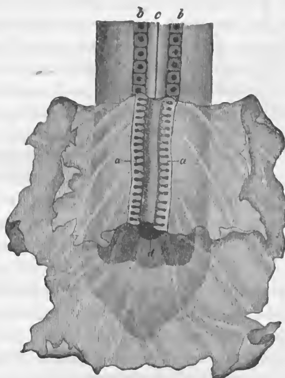


Fig. 417. — Abbozzo dei reni primitivi d'un embrione di cane.

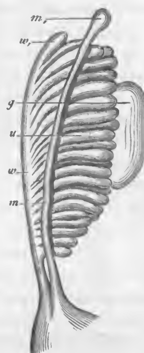


Fig. 418. — Rene primitivo d'un embrione umano.

Fig. 417. — L'estremità posteriore del corpo dell'embrione è vista dal lato ventrale e coperta dal foglietto intestinale del sacco vitellino il quale è strappato e ripiegato all'avanti per mostrare i nefrodotti coi pronefridii (*a*); *b*) Protovertebre; *c*) Midollo spinale; *d*) Ingresso nella cavità dell'intestino pelvico. Da Bischoff.

Fig. 418. — *u*) I canaletti urinarii del rene primitivo; *w*) Condotto di Wolff; *w'*) Estremità superiore di esso (idatide di Morgagni); *m*) Condotto di Müller; *m'*) Estremità superiore di esso (idatide di Fallopio); *g*) Gonade (ghiandola sessuale neutrale). Da Kobelt.

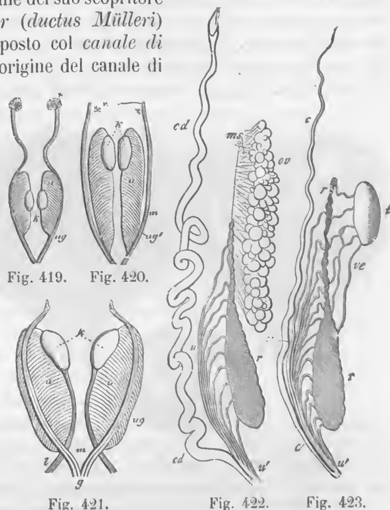
tempo funge realmente da rene separando gli umori inutili dal corpo dell'embrione e conducendoli nella cloaca e poi nell'allantoide. Qui si raccoglie l' « orina primitiva » e perciò l'*allantoide* negli embrioni dell'uomo e degli altri amnioti funge realmente da *vescica urinaria* o « sacco urinario primitivo ». Tuttavia esso non ha alcun rapporto genetico coi reni primitivi: ma piuttosto è, come sapete, un'estroflessione a tasca della parete anteriore dell'intestino terminale (fig. 377, *u*, pag. 539). L'allantoide è perciò un prodotto del foglietto intestinale mentre i reni primitivi sono un prodotto del foglietto medio. Filogeneticamente noi dobbiamo immaginarci che l'allantoide si formò come estroflessione marsupiiforme della parete cloacale in seguito al distendimento prodotto in essa dall'urina primitiva secreta dai reni primitivi e raccolta nel sacco urinario primitivo. In origine esso è un cieco dell'intestino retto (tav. V, fig. 15, *hb*). Così la vera vescica urinaria dei vertebrati è certamente apparsa dapprima nei dipneusti (nel Lepidosiren) e di lì si è trasmessa ereditariamente dapprima agli anfibii e da questi agli

amnioti. Nell'embrione di questi ultimi essa si avanza molto fuori dalla non ancor chiusa parete addominale. Certamente anche molti pesci possiedono già una cosidetta « vescica urinaria ». Ma questa non è altro che un allargamento locale della porzione inferiore dei nefrodotti e perciò essenzialmente diversa per origine e costituzione da quella vera vescica urinaria. Solo fisiologicamente le due strutture sono paragonabili, quindi *analoghe*, poichè esse hanno la medesima funzione; ma morfologicamente esse non si possono affatto paragonare, non son dunque *omologhe* (188). La *falsa* vescica urinaria dei pesci è un prodotto mesodermico del nefrodotto; per contro la *vera* vescica urinaria dei dipneusti, anfibii ed amnioti è un cieco entodermico dell'intestino terminale.

In tutti gli *anamnii*, nei cranioti inferiori privi di amnio (ciclostomi, pesci, dipneusti ed anfibii) gli organi urinari rimangono ad uno stato più antico di sviluppo in quanto che i *reni primitivi* (*protonephri*) fungono qui per tutta la vita quali ghiandole secernenti l'urina. Per contro nelle tre classi superiori di vertebrati che noi comprendiamo sotto il nome di *amnioti* questo non avviene più se non in modo transitorio durante la prima vita embrionale. Qui infatti si sviluppano molto presto i reni proprii solamente di queste tre classi, cioè i *reni posteriori* o *reni permanenti* (*renes* o *metanephri*) o reni *secondarii* (che propriamente sono *terziarii*). Essi rappresentano la terza ed ultima generazione dei reni dei vertebrati. I reni permanenti non nascono (come si credette per lungo tempo) come ghiandole indipendenti affatto nuove dal tubo intestinale, ma dalla porzione posteriore dei reni primitivi e del nefrodotto. Qui si produce da esso, presso al suo sbocco nella cloaca, un semplice tubo, il condotto renale secondario che si prolunga notevolmente all'avanti. Colla sua parte superiore od anteriore cieca si collega un ghiandoloso « blastema renale » che deve la sua origine ad un differenziamento della porzione ultima del rene primitivo. Quest' « abbozzo dei metanefri » risulta da canaletti urinarii circonvoluti con vescicole di Malpighi e glomeruli (senza imbuto ciliato), della stessa struttura come i segmentali « *mesonefridii* » dei reni primitivi. Per proliferazione di questi « *metanefridii* » nasce il compatto rene definitivo che acquista nell'uomo e nel più dei mammiferi superiori la nota forma a fagiolo mentre negli inferiori mammiferi, uccelli e rettili rimane per solito diviso in più lobi. Siccome i reni permanenti crescono rapidamente e migrano coi reni primitivi all'avanti, il loro condotto, il condotto urinario, si stacca interamente dal suo sito di origine, dall'estremità posteriore del nefrodotto; esso migra verso la faccia posteriore dell'allantoide. In principio questo *uretere* (ureter) nei più antichi amnioti sbocca ancora unito all'ultima porzione del nefrodotto nella cloaca, più tardi però distinto da esso ed infine separato dal retto nella vescica (*vescica urinaria*) permanente. Quest'ultima nasce dalla parte posteriore od inferiore del *peduncolo dell'allantoide* (*urachus*) che prima dello sbocco nella cloaca si allarga a fuso. La parte anteriore o superiore del peduncolo dell'allantoide che scorre nella parete ventrale dell'embrione verso l'ombelico più tardi si oblitera e non ne rimane che un inutile residuo cordoniforme come organo rudimentale: questo è l' « impari legamento vescico-ombelicale » (*ligamentum vescico-umbilicale medium*). A destra e sinistra di esso scorre nell'uomo adulto un paio di altri organi rudimentali: i legamenti vescico-ombelicali laterali (*ligamenta vescico-umbilicalia lateralia*). Questi sono i miseri resti ridotti a striscie delle primitive arterie ombelicali (*arteriae umbilicales*, pag. 278).

Mentre nell'uomo, come in tutti gli altri amnioti, i reni primitivi vengono per tal modo sostituiti già di buon'ora dai reni permanenti e questi ultimi più tardi fungono soli da organi urinarii, non tutte le parti dei primi sono tuttavia perdute. Piuttosto i

nefrodotti acquistano un'alta importanza fisiologica per ciò che essi si trasformano nei *condotti egestori delle ghiandole sessuali*. In tutti i gnatostomi, dunque in tutti i vertebrati dai pesci in su fino all'uomo, nasce infatti già molto per tempo nell'embrione, presso al nefrodotto e da ciascuna parte di esso, un secondo canale consimile. Per solito quest'ultimo viene chiamato, dal nome del suo scopritore Giovanni Müller, *canale di Müller* (*ductus Mülleri*) mentre il primo gli viene contrapposto col *canale di Wolff* (*ductus Wolffii*). La prima origine del canale di Müller è ancora oscura; tuttavia l'anatomia comparata e l'ontogenesi sembrano mostrare che esso in origine si produce per delaminazione o differenziamento dal canale di Wolff. Probabilmente sarà più esatto dire: « l'originario, primario canale dei reni primitivi (*nephroductus*) si scinde per differenziamento (o scissione longitudinale) in due nefrodotti secondarii: il canale di Wolff ed il canale di Müller ». Quest'ultimo (fig. 418, *m*) giace immediatamente al lato interno del primo (fig. 418, *w*). Entrambi sboccano posteriormente nella cloaca (cfr. le tabelle 50-52).



Figg. 419-421. — Reni primitivi e abbozzo degli organi sessuali: figure 419 e 420 di anfibii (larve di rana), figura 419 stadio anteriore, figura 420 stadio posteriore; fig. 421 di un mammifero (embrione di vitello).

u) Rene primitivo; *k*) Ghiandola sessuale (abbozzo del testicolo e dell'ovario). Il nefrodotto primario (*ug*, in figura 419) si differenzia (in figg. 420 e 421) nei due nefrodotti secondarii: condotto di Müller (*m*) e condotto di Wolff (*ug'*), entrambi riunentisi posteriormente nel cordone genitale (*g*); *l*) Legamento inguinale dei reni primitivi. Da Gegenbaur.

Figg. 422 e 423. — Organi urinarii ed organi sessuali di un anfibio (Salamandra d'acqua o *Triton*): fig. 422 di una femmina; 423 d'un maschio.

r) Rene primitivo; *ov*) Ovario; *od*) Ovidotto e *c*) Condotto di Rathke, entrambi nati dal condotto di Müller; *u*) Uretere primitivo (fungente contemporaneamente nel maschio da vaso deferente [*ve*]), sboccante inferiormente nel condotto di Wolff [*u'*]; *ms*) Mesenterio ovario (*Mesovarium*). Da Gegenbaur

Tanto è oscura ed incerta la prima origine del nefrodotto e dei prodotti della sua divisione, il canale di Müller e quello di Wolff, tanto chiaro e ben stabilito è il modo con cui essi si comportano in seguito. Infatti in tutti i vertebrati gnatostomi, dai selaci su fino all'uomo, *il canale di Wolff si trasforma nel vaso deferente* (*spermaductus*) *ed il canale di Müller nell'ovidotto* (*oviductus*). In ciascuno dei due sessi solo l'uno di essi persiste; l'altro sparisce interamente o non ne rimangono più che residui in forma di organi rudimentali. Nel sesso maschile, nel quale i due canali di Wolff si trasformano in vasi deferenti, si trovano spesso rudimenti del canale di Müller, che io ho chiamati « canali di Rathke » (fig. 423, *c*). Nel sesso femminile, dove viceversa i due canali di Müller si foggiano ad ovidotti, si conservano resti dei canali di Wolff che portano il nome di *canali di Gärtner*.

Le più interessanti indicazioni su questo rimarchevole sviluppo dei nefrodotti e sul loro collegamento colle ghiandole sessuali ce le offrono gli *anfibii* (figg. 419-423). Il primo abbozzo dei nefrodotti ed il loro differenziamento in canali di Müller e canali di Wolff è qui nei due sessi affatto uguale, così pure negli embrioni dei mammiferi (figg. 421, 424). Nelle femmine degli anfibii il canale di Müller si sviluppa da ciascun lato in un grande ovidotto (fig. 422, *o d*), mentre il canale di Wolff funge per tutta la vita da uretere (*u*). Per contro negli anfibii maschi il canale di Müller non rimane più che come un organo rudimentale privo di qualsiasi importanza funzionale, il canale di Rathke (fig. 423, *c*); il canale di Wolff per vero serve qui ancora come uretere ma nello stesso tempo anche come vaso deferente, poichè i canaletti spermatici (*v e*) che partono dal testicolo (*t*) entrano nella parte anteriore dei rami primitivi e qui si riuniscono coi canali urinari.

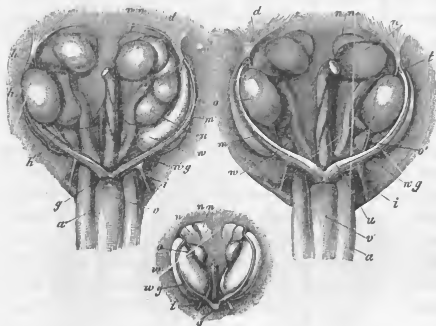


Fig. 424. Fig. 425. Fig. 426.

Figg. 424-226. — Organi urinarii ed organi sessuali di embrioni di vitello: fig. 424 di un embrione femminino lungo 1 $^1/_2$ pollice, fig. 425 di un embrione maschile lungo $^1/_2$ pollice, fig. 426 di un embrione femminile lungo 2 $^1/_2$ pollici.

w) Rene primitivo; *wg*) Condotto di Wolff; *m*) Condotto di Müller; *m'*) Estremità superiore di esso (aperta in *t*): *i*) Parte inferiore inspessita di esso (abbozzo dell'utero): *g*) Cordone genitale: *h*) Testicolo (*h'*, legamento testicolare inferiore; *h''*, superiore); *o*) Ovario: *o'*) Legamento ovarico inferiore: *i*) Legamento inguinale dei reni primitivi; *d*) Legamento diaframmatico dei reni primitivi; *n n*) Capsula soprarenale; *n*) Reni permanenti; al disotto gli ureteri S-formi, fra essi il resto: *v*) Vescica urinaria; *a*) Arteria vitellina. Da Kölliker.

Nei *mammiferi* questi stati che negli anfibii sono permanenti vengono rapidamente percorsi dall'embrione in un periodo anteriore di sviluppo (fig. 421). Al posto del rene primitivo, che nei vertebrati anamnii è per tutta la vita l'organo secernente l'urina, sottentra qui il rene permanente. Il vero rene primitivo in massima parte scompare nell'embrione già di buon'ora e non ne rimangono più che piccoli resti. Nei mammiferi maschi si sviluppa dalla parte superiore del rene primitivo l'*epididimo* (*epididymus*); nel sesso femmineo si forma dalla medesima parte un inutile organo rudimentale, l'*epiovario* (*epovarium*).

Mutamenti molto importanti subiscono nelle femmine dei mammiferi i *condotti di Müller*. È solo dalla loro parte superiore che nascono i veri ovidotti; la loro parte inferiore si allarga a vescica fusiforme con parete spessa, carnosa, nella quale l'uovo fecondato si sviluppa in embrione. Questa vescica è la *matrice* od utero (*uterus*). In principio i due uteri (fig. 427, *u*) sono interamente separati e sboccano da ambo i lati della vescica urinaria (*v u*) nella cloaca, come è ancor oggi permanentemente il caso nei più bassi mammiferi dell'età presente, nei monotremi. Ma già nei marsupiali si ha una riunione fra i condotti di Müller dei due lati e nei placentali essi si fondono inferiormente insieme col rudimentale condotto di Wolff in un impari « funicolo genitale » (*funiculus genitalis*). Tuttavia la primitiva indipendenza dei due uteri e dei

canali vaginali che si producono dalle loro estremità inferiori in molti placentali inferiori si conserva ancora, mentre in quelli superiori si può seguire passo a passo la loro progressiva fusione in un solo organo impari. Dal disotto (o dall'indietro) verso l'alto (o l'avanti) la fusione va progredendo sempre più. Mentre in molti rosicanti (p. es. lepri o scoiattoli) sboccano ancora due uteri distinti nel semplice canale vaginale divenuto impari, in altri rosicanti, come pure nei carnivori, cetacei ed ungulati, le metà inferiori dei due uteri sono già fuse in un pezzo impari, le metà superiori (le cosidette « corna ») rimangono ancor divise (*uterus bicornis*). Nei pipistrelli e nelle proscimmie le *corna* superiori diventano già molto brevi mentre la parte inferiore comune si allunga. Nelle scimmie infine, come nell'uomo, la fusione delle due parti diviene compiuta cosicchè non esiste più che un'unica semplice tasca uterina piriforme. Questo utero semplice è un tardo prodotto di perfezionamento che è *esclusivamente proprio delle scimmie e dell'uomo*.

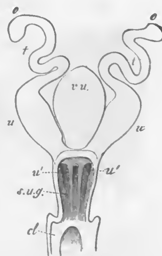


Fig. 427.
Organi sessuali femminili di monotremo (*Ornithorhynchus*, fig. 271, pag. 418).
o) Ovarii; *t*) Ovidotti; *u*) Utero; *sug*) Seno urogenitale; in *u'* sboccano gli uteri; *vu*) Vescica urinaria; *cl*) Cloaca. Da Gegenbaur.

Anche nei maschi dei mammiferi ha luogo la stessa fusione del canale di Müller e il canale di Wolff nella loro parte inferiore. Anche qui essi formano un impari « funicolo genitale » (fig. 425, *g*), e questo sbocca parimente nella primitiva « *cavità urogenitale* » (il *sinus urogenitalis*), la quale nasce dalla porzione inferiore della vescica urinaria (*v*). Mentre però nei maschi dei mammiferi i canali di Wolff si svolgono nei vasi deferenti definitivi, dei canali di Müller non rimangono che resti insignificanti come organi rudimentali. Il più notevole di essi è l' « utero maschile » (*uterus masculinus*), il quale si forma dalla parte inferiore, impari dei canali mülleriani insieme fusi ed è omologo all'utero femmineo. Esso forma una piccola vescicola ad ampolla, priva di qualsiasi significato morfologico, la quale sbocca fra i due vasi deferenti ed i lobi prostatici nell'uretere (*vesicula prostatica*).

Mutamenti molto particolari subiscono gli organi sessuali interni dei mammiferi riguardo alla loro *posizione*. In origine le ghiandole germinali dei due sessi giacciono affatto all'interno, nel profondo della cavità addominale, al margine interno dei reni primitivi (figg. 418, *g*, 421, *k*), fissate alla colonna vertebrale per mezzo di un breve mesenterio (*mesorchium* nel maschio, *mesovarium* nella femmina). Ma solo nei monotremi questa primitiva posizione delle ghiandole germinali (simile a quella dei vertebrati inferiori) persiste. In tutti gli altri mammiferi (tanto marsupiali che placentali) esse abbandonano il sito originario della loro formazione e migrano più o meno lungi verso il basso (o all'indietro), seguendo la direzione di un legamento che va dai reni primitivi alla regione inguinale della parete addominale. Questo è il « legamento dei reni primitivi » chiamato nell'uomo « *gubernaculum* di Hunter » (fig. 428, *M*, *gh*), nella donna « legamento rotondo dell'utero » (fig. 428, *W*, *r*). In questa gli ovarii migrano più o meno lontano verso il piccolo bacino od entrano affatto in esso. Nel primo il testicolo emigra persino dalla cavità addominale e penetra pel canale inguinale in una ripiegatura a sacco dell'esterno integumento. Saldandosi insieme la piega destra e la sinistra (« rilievi genitali ») ne nasce il sacco dei testicoli (*scrotum*). I diversi mammiferi ci presentano i diversi stadii di questa migrazione. Nell'elefante e nei cetacei

i testicoli non si spostano che poco e rimangono sotto ai reni. In molti rosicanti e carnivori essi penetrano nel canale del legamento. Nel più dei mammiferi superiori essi migrano attraverso a questo nello scroto. Per solito il canale inguinale si oblitera. Quando però esso rimane aperto i testicoli possono periodicamente discendere nello scroto e poi dinuovo all'epoca della frega ritirarsi nella cavità addominale (così in molti marsupiali, rosicanti, pipistrelli, ecc.).

È infine particolare dei mammiferi il formarsi degli *organi sessuali esterni*, che come « *organi copulatori* » (*copulativa*) operano la trasmissione dello sperma fecondatore dell'organismo maschile a quello femmineo nell'atto dell'accoppiamento. Al più dei vertebrati inferiori tali organi mancano interamente. In quelli che vivono nell'acqua (per esempio negli acranii, ciclostomi e nel più dei pesci) le uova e il seme vengono semplicemente vuotati nell'acqua; qui il loro incontro e la fecondazione sono lasciati al caso. Per contro in molti pesci ed anfibii che partoriscono figli vivi vi è già una diretta trasmissione del seme dall'organismo maschile al femmineo, e lo stesso avviene in tutti gli amnioti (rettili, uccelli e mammiferi). Dappertutto sboccano qui in origine gli organi urinari e sessuali nell'ultima porzione dell'intestino retto che così forma una cloaca (pag. 543). Però fra i mammiferi questa non persiste tutta la vita che nei monotremi (*monotrema*) che appunto per ciò son detti « cloacati » (fig. 427, *cl*). In tutti gli altri mammiferi (nell'embrione umano verso la metà del terzo mese) si sviluppa nella cloaca un setto laterale pel quale essa si divide in due metà separate. La cavità anteriore riceve il *canale urogenitale* (*sinus urogenitalis*) e conduce sola l'urina ed i prodotti sessuali, mentre la retrostante « cavità anale » conduce all'esterno per l'ano i soli escrementi.

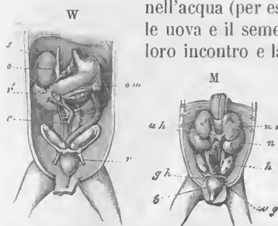


Fig. 428. — Posizione originaria delle ghiandole sessuali nella cavità addominali dell'embrione umano (di tre mesi). *M*, Maschio (in grandezza naturale); *W*, Femmina (alquanto ingrand.).

h) Testicolo; *gh*) Legamento conduttore del testicolo; *wg*) Vaso deferente: *b*) Vescica urinaria; *uh*) Vena cava inferiore; *nn*) Capsule soprarenali; *n*) Reni. — *r*) Legamento rotondo dell'utero (disotto la vescica urinaria, disopra gli ovarii); *r'*) Rene; *s*) Capsule soprarenali; *c*) Intestino cieco: *o*) Piccolo epiploon: *om*) Grande epiploon (fra i due lo stomaco); *l*) Milza. Da Kölliker.

Già prima che nei marsupiali e placentali sia intervenuta questa separazione appare il primo abbozzo degli *organi sessuali esterni* (*genitalia*, pag. 599). Dapprima si eleva alla parte anteriore del contorno dell'apertura cloacale una papilla conica, *il tubercolo genitale* (*phallus*, fig. 429, *A*, *e*, *B*, *e*; figg. 431, *gh*, 432-433, *p*). All'apice essa è rigonfia a capocchia (« glande », *glans*). Al suo lato inferiore si mostra un solco, il solco genitale (*sulcus genitalis*, *f*) e ai due lati di esso una piega cutanea, il « cuscinetto genitale » (*torus genitalis*, *hl*). L'eminenza genitale o *phallus* è a preferenza l'organo del « senso sessuale » e su di esso si espandono i nervi genitali (*nervi pudendi*) dai quali dipendono sopratutto le sensazioni specifiche sessuali o « sensazioni voluttuose » (pag. 479). Poichè nel *phallus* per speciali modificazioni vascolari si sviluppano dei corpi intumescibili (*corpora cavernosa*) esso diventa temporariamente atto a rigonfiarsi ed a servire, come rigido organo copulatore, all'accoppiamento. Nell'uomo il phallus diventa il « pene » maschile (*penis*, fig. 429, *D*, *e*); nella femmina si cambia nella molto più piccola « clitoride » (*clitoris*, fig. 429, *ce*); solo in alcune scimmie (*Ateles*) questa diviene straordinariamente grande. Anche

un *prepuzio* (*praeputium*) si sviluppa nei due sessi quale piega cutanea al contorno anteriore del phallus. Il solco genitale al lato inferiore del phallus riceve nel maschio lo sbocco del canale urogenitale e come prolungamento di esso si trasforma pel saldarsi dei suoi due margini paralleli in un canale chiuso, l'uretra maschile (*urethra masculina*). Nella femmina ciò non avviene che in alcuni casi (« alcuni prosimii, rosicanti e talpe »); per solito qui il solco genitale rimane aperto ed i margini di questo « vestibolo vaginale » (*vestibulum vaginae*) diventano le piccole labbra. Le grandi labbra della femmina si sviluppano dai cuscinetti genitali (*tori genitales*), dalle due pieghe cutanee parallele che appaiono ai due lati del solco genitale. Nel maschio queste ultime si saldano per formare il chiuso ed impari sacco dei testicoli (*scrotum*). Talora questo saldamento non avviene ed anche il solco genitale può

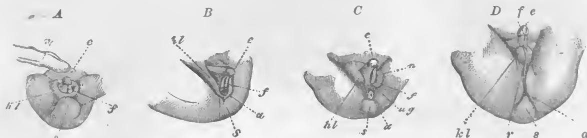


Fig. 429. — Gli organi sessuali esterni dell'embrione umano.

A, Embrione neutrale dell'8ª settimana (ingrandito 2 volte, ancora cloacato); *B*, Embrione neutrale della 9ª settimana (ingrandito 2 volte, ano distinto dell'apertura urogenitale); *C*, Embrione femminile dell'11ª settimana; *D*, Embrione maschile della 14ª settimana. — *e*) Tubercolo genitale (*Phallus*); *hl*) Cuscinetti genitali (*Tori*); *r*) *Raphe* (sutura del pene e dello scroto); *a*) Ano; *ug*) Apertura urogenitale; *n*) Cordone ombelicale; *s*) Coda. Da Ecker. Cfr. la 52ª tabella, pag. 600.

rimanere aperto (*hypospadia*). In questi casi i genitali maschili esterni sono simili ai femminei e simili casi sono spesso stati erroneamente considerati come esempi di ermafrodismo (ermafrodismo falso).

Da questi ed altri casi di « pseudo-ermafrodismo » si devono ben distinguere i molto più rari casi di « *ermafrodismo vero* ». Questo non si ha se non quando gli organi essenziali della riproduzione, le due sorta di ghiandole sessuali o gonadi, sono riunite in una stessa persona. Allora è sviluppato sia a destra un ovario ed a sinistra un testicolo (o viceversa) oppure vi sono ai due lati testicoli ed ovarii, gli uni più, gli altri meno sviluppati. Poichè verosimilmente la primitiva condizione sessuale era in tutti i vertebrati l'ermafrodismo e che solo per differenziamento è sorta dall'inizio ermafroditico la divisione dei sessi, così questi rimarchevoli casi non offrono difficoltà teoriche. Essi però nell'uomo e nei vertebrati superiori non occorrono che di raro. Per contro noi troviamo costante il primitivo ermafrodismo in alcuni vertebrati inferiori, così in alcuni mixinoidi, in varii pesci perciformi (*Serranus*) e in taluni anfibii (*Bombinator*, rospi). Qui spesso il maschio ha all'estremità anteriore del testicolo un ovario rudimentale, per contro la femmina possiede talora un testicolo rudimentale, non funzionante. Anche nelle carpe e in taluni altri pesci ciò accidentalmente avviene. Come nei condotti sessuali degli anfibii vi siano accenni al primitivo ermafrodismo, l'abbiamo già veduto precedentemente.

L'uomo ci mostra anche oggidì nell'embriogenesi dei suoi organi urinarii e sessuali fedelmente conservati i tratti fondamentali della sua filogenesi. Passo per passo noi possiamo nell'embrione umano seguire il progressivo perfezionamento nello stesso ordine che ci è presentato dalla comparazione degli urogenitali negli acranii, ciclostomi,

pesci, anfibii, rettili e poi più oltre nella schiera dei mammiferi, nei cloacati, marsupiali e nei diversi placentali (cfr. le tabelle 50-52). Tutte le particolarità riguardanti la costituzione degli urogenitali per le quali i mammiferi si distinguono dai rimanenti vertebrati le possiede anche l'uomo; ed in tutti gli speciali rapporti di struttura esso rassomiglia alle scimmie, sopratutto alle scimmie antropoidi. Come prova del modo in cui le speciali particolarità dei mammiferi si sono ereditariamente trasmesse

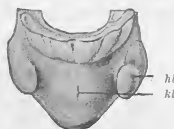


Fig. 430.

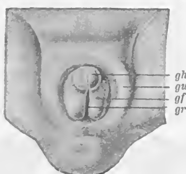


Fig. 431.

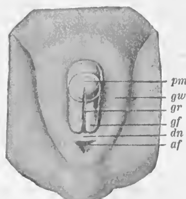


Fig. 432.

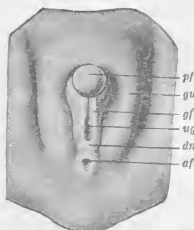


Fig. 433.

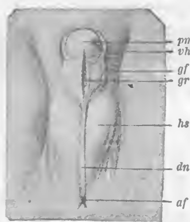


Fig. 434.

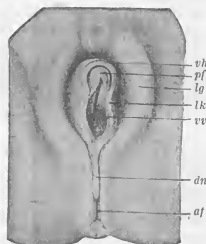


Fig. 435.

Figg. 430-435. — Sviluppo degli organi genitali estremi nell'embrione umano maschile e nel femmineo, in quattro gradi di sviluppo. Da Echer, Ziegler ed Hertwig.

La fig. 430 (di sei settimane) e la fig. 431 (di otto settimane) rappresentano l'estremità posteriore di due embrioni neutrali nei quali la differenza dei sessi non è ancora visibile; le figg. 432 e 434 mostrano la trasformazione dell'abbozzo neutrale in sesso maschile, le figg. 433 e 435 in sesso femminile (figg. 432 e 433 della età di due mesi e mezzo, figg. 434 e 435 di tre mesi). — Le lettere hanno dappertutto lo stesso significato: *kl*) Cloaca; *hb*) Estremità posteriori; *gh*) Tubercolo genitale; *gr*) Solco genitale; *gf*) Piega genitale; *gw*) *Tori genitales*; *pm*) Pene; *pf*) Clitoride; *ug*) Ingresso al seno urogenitale (*vestibulum vaginae* [*vv*]); *af*) Ano; *dm*) Perineo; *dn*) Sutura del perineo (*Raphe perinei*); *vh*) Prepuzio (*Praeputium*); *hs*) Scroto (*Scrotum*); *lg*) Grandi labbra; *lk*) Piccole labbra.

anche all'uomo voglio ancora in ultimo citare la concordanza del modo in cui si sviluppano le uova nell'ovario. Le uova mature si trovano infatti in tutti i mammiferi chiuse in speciali vescicole che, dal nome del loro scopritore Regner de Graaf (1677) sono dette « follicoli di Graaf ». Una volta questi erano tenuti per le vere uova; queste però furono solo scoperte per la prima volta nei follicoli di Graaf dal Baer (pag. 42). Ciascun follicolo (fig. 440) consiste in una tonda capsula fibrosa (*d*) la quale contiene del liquido ed è tappezzata da uno strato multiplo di cellule (*c*). In un punto questo strato celluloso è inspessitò a mo' di bottone (*b*); questo « disco

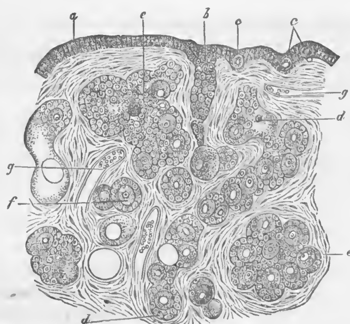


Fig. 436.



Fig. 437.

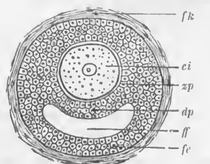


Fig. 438.

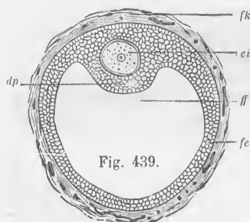


Fig. 439.

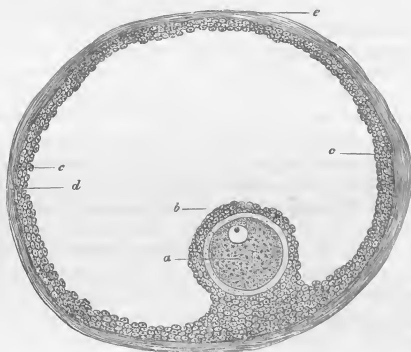


Fig. 440.

Figg. 436-440. — Formazione delle uova umane nell'ovaia della donna.

Fig. 436. — Sezione longitudinale dell'ovario di una bambina neonata: *a*) Epitelio ovarico; *b*) Abbozzo di un cordone ovulare; *c*) Giovani uova nell'epitelio; *d*) Lungo cordone d'uova con formazione follicolare (tubo di Pflüger); *e*) Gruppo di giovani follicoli; *f*) Giovane follicolo isolato; *g*) Vasi sanguigni nel connettivo (*stroma*) dell'ovaia. Nei cordoni le giovani protova si distinguono per la notevole grandezza dalle circostanti cellule follicolari. Da Waldeyer.

Fig. 437. — Due giovani vescicole di Graaf isolate, in 1 le cellule follicolari formano ancora uno strato cellulare semplice, in 2 già uno strato doppio attorno al giovane protovo; in 2 comincia già a formarsi l'ovolemma o zona pellucida (*a*).

Figg. 438 e 439. — Due vescicole di Graaf più adulte, nelle quali comincia l'accumularsi di liquido entro alle masse epiteliali eccentricamente inspessite dalle cellule follicolari (fig. 438 con poco, fig. 439 con molto liquido follicolare); *ei*) Il giovane ovo con vescicola germinativa e macchia germinativa; *zp*) Ovolemma o zona pellucida; *dp*) Disco proligero, costituito da cellule follicolari ammucchiate le quali circondano l'uovo; *ff*) Liquido follicolare (*Liquor folliculi*) accumulato entro all'epitelio follicolare stratificato (*fe*); *fk*) Capsula fibrosa connettiva della vescicola di Graaf (*Theca folliculi*).

Fig. 440. — Un follicolo di Graaf maturo: *a*) L'uovo maturo; *b*) Le cellule follicolari avvolgenti („ disco proligero „); *c*) Le cellule epiteliali del follicolo; *d*) La membrana fibrosa del follicolo; *e*) Sua superficie esterna.

proligero » racchiude il vero uovo (*a*). L'ovario dei mammiferi è in origine un semplicissimo corpicciuolo ovale (fig. 418, *g*), formato unicamente di tessuto connettivo e di vasi sanguigni, rivestito da un epitelio cellulare, l'« *epitelio ovarico* » o epitelio germinale femmineo. Da questo epitelio germinale nascono striscie cellulari che si addentrano nel connettivo o « stroma » dell'ovario (fig. 436, *b*). Alcune delle cellule di questi cordoni o « tubi di Pflüger » si ingrossano e diventano ovocellule (*protova*, *c*); ma la gran maggioranza delle cellule rimangono piccole e formano attorno all'uovo uno strato cellulare involgente e nutritore, il cosidetto « epitelio follicolare » (*e*).

Dapprima l'epitelio follicolare dei mammiferi è semplice (fig. 437, 1), più tardi ha più strati (2). Per vero anche in tutti gli altri mammiferi le ovocellule sono incluse in un piccolo invoglio cellulare, in un « follicolo dell'uovo ». Ma solo nei mammiferi fra le cellule proliferanti del follicolo si accumula del liquido per cui il follicolo si estende formando una vistosa vescicola rotonda contro la cui parete interna giace eccentricamente l'uovo (figg. 438, 439). Anche in ciò come in tutta la sua morfologia l'uomo mostra indubbiamente la sua *discendenza dai mammiferi.*

Mentre nei vertebrati inferiori la neoformazione di uova nell'epitelio germinale dell'ovario perdura tutta la vita, essa nei mammiferi superiori rimane limitata alla prima gioventù od anche solo al periodo dello sviluppo embrionale. Nell'uomo essa sembra cessare già nel primo anno di vita, nel secondo non si può più constatare la formazione di nuove ova e catene d'ova (o tubi di Pflüger). Ciò malgrado il numero delle uova nei due ovarii è già nella bimba molto grande; nella vergine sessualmente matura esso si computa a 72,000. Anche nella produzione delle ova gli uomini somigliano anzitutto alle scimmie antropoidi.

In generale la storia naturale degli organi sessuali maschili è fra quelle parti dell'antropologia che dànno le prove più convincenti a favore dell'origine del genere umano del regno animale. Chiunque conosca i *fatti* relativi e li giudichi *comparativamente senza preconcetti* può da essi soli trarre la conclusione che esso discende da vertebrati inferiori. La struttura macro- e microscopica, la funzione e l'evoluzione individuale degli organi sessuali sono nell'uomo affatto le stesse come nelle scimmie. Ciò vale tanto pei genitali maschili quanto pei femminei, tanto per gli interni come per gli esterni. Le differenze che si trovano a tale riguardo fra gli uomini e le scimmie più antropoidi sono molto minori delle differenze che ci presentano le diverse specie di scimmie. Ora poichè tutte le scimmie hanno indubbiamente un'origine comune, da ciò solo risulta con piena certezza l'*origine dell'uomo dalle scimmie.*

CINQUANTESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi del sistema renale umano.

Primo grado: RENE-STIPITE (*Archinephros*).

Il rene negli inarticolati progenitori dei vertebrati è formato da un paio di semplici canali ghiandolari tubulari del mesoderma (forse in origine da un solco ghiandolare laterale dell'epidermide? Tav. IV, figg. 5-8).

A. — Rene-stipite di Platode.

I reni dei platodi (dei più antichi bilaterii) aprentisi all'esterno per l'epidermide sono primitivamente un paio di semplici canali longitudinali del *mesoderma* (ghiandole cutanee?). Poichè ai platodi manca ancora un celoma le terminazioni interne dei loro reni-stipiti (tubi escretori o vasi acquiferi) non hanno ancora uno sbocco; anche i loro rami che appaiono più tardi sono capocchie ciliate cieche.

B. — Rene-stipite di Elminto.

Le ghiandole cutanee tubulose pari si allungano in contorti canali ghiandolari la cui estremità interna si apre per un *imbuto ciliato* nel celoma.

C. — Rene-stipite di Procordonio.

Col differenziarsi del corpo in capo e tronco (intestino branchiale ed intestino epatico) sottentra un differenziamento dei condotti pari dei reni-stipiti in due sezioni: *rene cefalico* (il futuro « prorene ») e *rene troncale* (il futuro « condotto prorenale »). Il primo sbocca anteriormente per un *imbuto ciliato* nella cavità cefalica, il secondo posteriormente all'esterno per un *uroporo*.

Secondo grado: PRORENE (*Protonephros*).

Coll'incipiente articolazione (*vertebrazione*) del corpo del vertebrato il rene subisce parimenti una *segmentazione*. La cavità di ciascun protosegmento si collega per mezzo di un *canale prorenale* (*protonephridium*) col condotto dei reni troncali (ora *condotto prorenale*, *nephroductus* o *condotto segmentale*).

A. — Prorene di Prospondilo.

Il semplice celoma di cadun protosegmento forma un'introflessione laterale che sbocca all'esterno nell'esodermico nefrodotto (fors'anche primitivamente in un solco longitudinale laterale della lamina cornea, il quale solo più tardi si stacca formando il nefrodotto? Cfr. tav. IV, figg. 5-8).

B. — Prorene di Acranio (*Amphioxus*).

Dopo che ciascun protosegmento si è differenziato per una costrizione laterale (formazione del setto frontale) in una tasca celomica superiore o dorsale (*miotomo*, episomite) ed in una inferiore o ventrale (*gonotomo*, iposomite), ciascun canale prorenale sbocca con un imbuto ciliato interno in un diverticolo di quest'ultima tasca e con un orificio esterno nel nefrodotto; quest'ultimo nell'*Amphioxus* è dilatato a formare una cavità palleale (cavità peribranchiale). Nel diverticolo celomico nel quale sbocca l'imbuto ciliato si addentra un'ansa vascolare segmentale.

(*Segue*) CINQUANTESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi del sistema renale umano.

C. — Prorene di Ciclostomo.

I proreni formano nella parte posteriore della regione cefalica un paio di piccole ghiandole racemose composte primitivamente da un piccolo numero (il più 3-4) di tuboli segmentali; questi *pronefridii* sboccano col loro imbuto ciliato mediale nel celoma cefalico (o cavità pericardiale primaria, *cardiocelo*, pag. 564), colle loro aperture laterali nell'estremità anteriore del condotto prorenale. Il protonephros nei mixinoidi persiste tutta la vita, mentre esso nei petromizonti si atrofizza fin dalla prima gioventù. Funzionalmente gli subentra di buon'ora il rene primitivo.

D. — Prorene di Gnatostomo.

Il prorene appare di buon'ora nell'embrione di tutti i cranioti gnatostomi come eredità dei ciclostomi, ma ha per solito perduto interamente la sua importanza fisiologica e presto si atrofizza. Fra gli *anamnii* esso talora si conserva ancora nei teleostei e si svolge acquistando un'importanza transitoria nelle larve di molti anfibii. Negli *amnioti* esso come organo rudimentale perde ogni valore (secondo alcuni nuovi dati si svilupperebbe qui da esso l'imbuto interno del condotto di Müller).

Terzo grado: RENE PRIMITIVO (*Mesonephros*).

Il prorene segmentale (*protonephros*) dei più antichi e bassi vertebrati viene poco per volta spostato e sostituito da una seconda generazione di nefridii, canali segmentali che si svolgono verso l'indietro, superiormente ed esternamente ai primi; questi *canali dorso-laterali dei reni primitivi* (*mesonephridia*) sboccano in origine, affatto come i loro precursori, cioè i *canali ventro-mediali dei proreni* (*protonephridia*), all'interno per imbuti ciliati nel celoma, all'esterno nel *nephroductus*. Questo « *condotto prorenale* » diviene così « *condotto dei reni primitivi* ».

A. — Rene primitivo di Ciclostomo.

Mentre il piccolo prorene persiste come rudimentale « *rene cefalico* » sboccante nel celoma del capo, dietro ad esso si sviluppa quale « *rene troncale* » il lungo rene primitivo, nella forma più semplice e primitiva nei *Bdellostoma:* molti brevi canali segmentali sboccano coll'imbuto ciliato interno nel celoma, coll'estremità esterna nel lungo condotto prorenale che così diventa un condotto dei reni primitivi. Nei rimanenti ciclostomi (*Myxine, Petromyzon*) il rene primitivo diviene più voluminoso e complicato.

B. — Rene primitivo di Anamnio (*Ittiode*).

In tutti gli anamnii (le tre classi dei pesci, dipneusti ed anfibii) il solo rene primitivo (*mesonephros*) funge da organo urinario. Il prorene appare bensì nell'embrione ma presto regredisce, salvo in alcuni teleostei e larve di anfibii. Manca ancora il rene permanente. Gli *imbuti ciliati* coi quali in origine i canali dei reni primitivi sboccano nella cavità addominale (*nefrostomi*) in molti selaci ed anfibii si conservano. In questi gruppi il compatto rene primitivo si differenzia in un'anteriore *parte germinale* (rene sessuale) ed una posteriore *parte urinale* (rene pelvico). In pari tempo il condotto dei reni primitivi (*nephroductus*) si scinde da due lati in due condotti paralleli, uno interno (mediale) *condotto di Müller* ed uno esterno (laterale) *condotto di Wolff*. Il primo funge da ovidotto, il secondo da condotto urinario e vaso deferente.

(*Segue*) CINQUANTESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi del sistema renale umano.

C. — Rene primitivo di Amnioto.

In tutti gli amnioti funge da organo urinario il solo rene permanente o rene secondario, che alle cinque classi inferiori di vertebrati manca ancora. Esso si produce in origine dalla porzione posteriore del rene primitivo e del suo condotto. L'anteriore parte genitale del rene primitivo diventa l'epididimo (nella femmina il rudimentale epovario).

Quarto grado: RENE PERMANENTE (*Metanephros*).

Il segmentale rene primitivo (*mesonephros*) degli anamnii od ittiodi viene gradatamente spostato e sostituito da una terza generazione di canali segmentali che si sviluppano all'indietro dai primi. Questi *canali dei reni secondarii* (*metanephridii*) costituiscono l'apparato secretore dei *reni permanenti* (la sostanza corticale coi canaletti contorti e le vescicole di Malpighi); essi sboccano nell'apparato egestore il quale è composto di sostanza midollare (piramidi coi canaletti diritti, bacini renali ed ureteri) e che si produce dalla porzione posteriore del condotto dei reni primitivi. Gli imbuti ciliati dei reni primitivi nei reni permanenti sono spariti.

A. — Rene permanente di Rettile.

Il rene permanente dei *più antichi amnioti* giace molto allo indietro nel bacino in relazione colla sua origine filetica dalla parte urinaria dei reni primitivi. La sua superficie è in origine lobata.

B. — Rene permanente di Mammifero.

Il rene permanente degli *amnioti più recenti* si spinge dall'indietro all'avanti. La sua originaria lobatura nel più dei mammiferi sparisce cosicchè la superficie di quest'organo fatto a fagiolo appare, come nell'uomo, liscia.

CINQUANTUNESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi degli organi sessuali umani.

A. — *Prima sezione principale.*

GLI ORGANI SESSUALI E GLI ORGANI URINARII RIMANGONO SEPARATI E NON HANNO ALCUN RAPPORTO FRA LORO

Primo periodo: GONADI DI GASTREADE

Le *cellule sessuali* o *gonidii* (cellule-ova e cellule spermatiche) si sviluppano da un paio di cellule laterali del margine prostomale, « cellule primitive pari del mesoderma » (*promesoblasti*) o « cellule sessuali primitive » (*progonidii*).

Secondo periodo: GONADI DI PLATODE

Dalle cellule sessuali primitive del properistoma si sviluppa per ripetuta divisione un paio di striscie cellulari laterali (*striscie mesodermiche*), le quali, partendo dalla bocca primitiva, si addentrano fra i due foglietti germinativi primarii (*liste germinali* o *gonadi primitive*).

(*Segue*) CINQUANTUNESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi degli organi sessuali umani.

Terzo periodo: GONADI DI ELMINTO

Le massiccie striscie mesodermiche partendo dall'intestino primitivo s'incavano e diventano così semplici *tasche sessuali* pari (*tasche celomiche primarie*); la loro cavità forma l'inizio del *celoma* od *enterocelo;* l'epitelio celomico della loro parete fornisce i prodotti sessuali (ovocellule nella parte anteriore, cellule spermatiche nella posteriore).

Quarto periodo: GONADI DI PROCORDONIO

Le ghiandole ermafroditiche pari si differenziano per una costrizione trasversale in un anteriore *ovario* (*ovarium*) ed un posteriore *testicolo* (*spermarium*). Più tardi sottentra la *divisione dei sessi* (*gonochorismus*) al posto dell'*ermafrodismo* (*hermaphroditismus*) pel fatto che l'ovario viene ereditato solo da una parte (femminile) della discendenza e lo spermario solo dall'altra parte (maschile).

Quinto periodo: GONADI DI ACRANIO

Cominciando la *segmentazione* del corpo dei vertebrati, partendo dal sistema muscolare degli *episomiti,* anche le gonadi degli *iposomiti* si dividono in una serie di ghiandole sessuali, simili alle *gonadi segmentali* dell'*Amphioxus.*

Sesto periodo: GONADI DI CICLOSTOMO

Gli abbozzi segmentali delle ghiandole sessuali (presenti ancora negli embrioni dei selaci) si fondono già di buon'ora nell'embrione in una sola *gonade semplice* per lato. I prodotti sessuali maturi cadono nella cavità del corpo e vengono emessi per un buco della parete addominale (un *porus genitalis* collocato dietro all'ano).

B. — *Seconda sezione principale.*

GLI ORGANI SESSUALI E GLI ORGANI URINARII DIVENTANO RIUNITI

(Il sistema genitale ed il sistema urinario si fondono in un « sistema urogenitale »)

Settimo periodo: UROGENITALI DI PROSELACE

Il condotto dei reni primitivi (*nephroductus*), che nei cinque precedenti gradi di antenati fungeva solo da *uretere,* diventa ora nello stesso tempo un *condotto sessuale* e nei due sessi conduce fuori i prodotti sessuali.

Ottavo periodo: UROGENITALI DI GANOIDE

La parte anteriore del nefrodotto si scinde in due canali dei quali l'interno o mediale (condotto di Müller) funge *nei due sessi* da *condotto sessuale* (come in alcuni ganoidi), mentre l'esterno o laterale (condotto di Wolff) serve solo da *uretere.* La parte posteriore del nefrodotto che riceve i due condotti è un « *condotto urogenitale* » comune (*ductus urogenitalis*).

Nono periodo: UROGENITALI DI DIPNEUSTO

La divisione del nefrodotto in due canali paralleli per lato diviene completa. Il canale esterno (condotto di Wolff) funge nei due sessi da uretere e nel maschio contemporaneamente

(*Segue*) CINQUANTUNESIMA TABELLA

Specchio della filogenesi degli organi sessuali umani.

da *vaso deferente*, mentre il condotto di Müller si trasforma in *ovidotto* (così nei selaci recenti e nei dipneusti). Dalla parete ventrale dell'intestino retto si produce l'impari vescica urinaria (*Lepidosiren*).

Decimo periodo: UROGENITALI DI ANFIBIO

Dalla parte superiore del rene primitivo in via di regresso si sviluppa nel sesso maschile l'epididimo, nel femminile l'epovario. Il condotto di Wolff funge ancora nei due sessi da uretere, nei maschi contemporaneamente da vaso deferente. Il condotto di Müller funge nel sesso femmineo da ovidotto, nel maschile diventa organo rudimentale (condotto di Rathke).

Undicesimo periodo: UROGENITALI DI PRORETTILE

Al posto dei reni primitivi atrofizzati subentra come organo urinario il rene permanente che si sviluppa all'estremità posteriore dei primi da un pezzo accessorio di esso che si forma più tardi. In questo « metanefro-blastema » si addentra dal di dietro un germoglio a fondo cieco dall'estremità posteriore del nefrodotto e si sviluppa ad uretere. La vescica urinaria si produce dall'apertura addominale dell'embrione e forma l'allantoide. Dalla parete anteriore della cloaca si produce il tubercolo genitale (*Phallus*) che nel maschio diventa il pene, nella femmina la clitoride.

Dodicesimo periodo: UROGENITALI DI MONOTREMO

Il collo della vescica urinaria (o la base del peduncolo dell'allantoide) riceve gli sbocchi del secondario nefrodotto e dell'uretere e diventa il *sinus urogenitalis*, L'estremità inferiore dell'ovidotto si allarga dai due lati a formare un muscoloso utero (*uterus*). Il *phallus* acquista la struttura propria ai monotremi (corpi cavernosi pari della parete cloacale).

Tredicesimo periodo: UROGENITALI DI MARSUPIALE

La cloaca si divide con un tramezzo nell'anteriore apertura urogenitale (*apertura urogenitalis*) e nella posteriore apertura anale (*anus*). Dalla parte inferiore dell'utero si produce da ciascun lato un canale vaginale. I corpi cavernosi pari dei monotremi (*corpora cavernosa urethrae*) si fondono e si collegano coi due superiori *corpora cavernosa penis*, i quali partono dalle ossa ischiatiche. Il *sinus urogenitalis* del maschio diventa uretra, gli ovarii ed i testicoli cominciano ad emigrare dal loro primitivo sito di formazione verso il basso.

Quattordicesimo periodo: UROGENITALI DI PROSCIMMIA

I condotti di Müller ed i condotti di Wolff si fondono inferiormente formando i cordoni genitali. Dalla fusione dei due uteri nella parte inferiore nasce l'*uterus bicornis*. Parte dell'allantoide si trasforma nella placenta. I testicoli emigrano dalla cavità addominale pel canale inguinale in un paio di ripiegature cutanee (*tori genitales*) che si saldano formando un sacco testicolare (*scrotum*).

Quindicesimo periodo: UROGENITALI DI SCIMMIA

I due uteri si fondono per tutta la loro lunghezza in un semplice utero piriforme, come nell'uomo. I due margini del solco genitale si trasformano nelle piccole labbra. Il pene pende liberamente dal sistema pubico e raggiunge la particolare conformazione propria delle scimmie antropoidi e dell'uomo.

CINQUANTADUESIMA TABELLA

Specchio delle omologie degli organi sessuali nei due sessi dei Mammiferi.

A. — Omologie degli organi sessuali interni (*Germinalia*).

Abbozzo comune degli organi sessuali interni	Parti interne maschili	Parti interne femminili
1. Ghiandola germinale (gonade).	1. Testicolo (*Spermarium* o *Testis*).	1. Ovario (*Ovarium* oppure *oophoron*).
2. Catene di protova (cellule sessuali indifferenti).	2. Ampolle sessuali, canaletti spermatici.	2. Follicolo dell'uovo (follicolo di Graaf).
3. Condotto di Wolff (condotto laterale dei reni primitivi).	3. Vaso deferente (*Spermaductus, Vas deferens*).	3. Condotto di Gärtner (canale rudimentale).
4 *a*. Condotto di Müller (condotto mediale dei reni primitivi).	4 *a*. Condotto di Rathke (canale rudimentale negli anfibii).	4 *a*. Ovidotto (*Oviductus* o *Tuba Fallopiae*).
4 *b*. Parte anteriore (superiore) del condotto di Müller.	4 *b*. *Hydatis Morgagni* . . .	4 *b*. *Hydatis Fallopiae*.
4 *c*. Parte posteriore (inferiore) del condotto di Müller.	4 *c*. *Uterus masculinus* (*Vescicula prostatica*).	4 *c*. *Uterus, vagina* (matrice, vagina).
5. Residui dei reni primitivi (*Protonephros*, *Corpus Wolffii*).	5. Epididimo (*Epididymis*)	5. Epovario (*Epovarium*).
6. Canale inguinale dei reni primitivi (*Ligamentum protonephro-inguinale*).	6. Canale inguinale di Hunter (*Gubernaculum Hunteri*)	6. Legamento rotondo dell'utero (*Ligamentum uteri rotundum*).
7. Mesenterio sessuale (*Mesogonium*).	7. Mesenterio testicolare (*Mesorchium*).	7. Mesenterio ovarico (*Mesovarium*).

B. — Omologie degli organi sessuali esterni (*Genitalia*).

Abbozzo comune degli organi sessuali esterni	Parti esterne maschili	Parti esterne femminili
8. Tubercolo genitale (*Phallus*)	8. Pene (*Penis*)	8. Clitoride (*Clitoris*).
9. Prepuzio (*Praeputium*) . . .	9. Prepuzio maschile (*Praeputium penis*).	9. Prepuzio femmin. (*Praeputium clitoridis*).
10. *Tori genitales*	10. Scroto (*Scrotum*)	10. Grandi labbra (*Labia pudendi majora*).
11. Fessura fra i due *tori genitales*.	11. Sutura dello scroto (*Raphe scroti*).	11. Vulva (*Vulva*).
12. Pieghe genitali (margini del solco genitale, *Plicae genitales*).	12. Parete ventrale dell'uretra maschile.	12. Piccole labbra (*Nymphae*, *Labia pudendi minora*).
13. Canale urogenitale (*Sinus urogenitales*).	13. Uretra (*Urethra masculina*).	13. Vestibolo vaginale (*Vestibulum vaginae*).
14. Ghiandole accessorie del canale urogenitale.	14. Ghiandole di Cowper .	14. Ghiandole di Bartolini.

SPIEGAZIONE DI ALCUNE TAVOLE

Tav. I. — Sviluppo della faccia umana.

Questa tavola mostra le modificazioni che subisce la nostra conformazione facciale durante la vita individuale. La faccia è vista di fronte. Cfr. tav. XX e le spiegazioni nella XXV conferenza, pagg. 481 e 484; specialmente figg. 321-330 colla loro spiegazione.

Tav. II. — Ontogenesi della faccia dei mammiferi.

Le dodici figure della tav. XX rappresentano la faccia di quattro diversi mammiferi in tre diversi stadii del loro sviluppo individuale, cioè MI-MIII di *Uomo*, FI-FIII di *Chirottero*, KI-KIII di *Gatto* e SI-SIII di *Montone*. I tre diversi stadii di sviluppo sono in tutti i quattro mammiferi scelti nel modo più corrispondente possibile, ridotti alla stessa grandezza approssimativa e visti di fronte. Le lettere hanno lo stesso significato in tutte le forme cioè: *a*) Occhio; *v*) Cervello anteriore; *m*) Cervello medio; *s*) Processo frontale; *k*) Tetto nasale; *o*) Apofisi sopramascellare (del primo arco branchiale); *u*) Apofisi inframascellare (del primo arco branchiale); *h*) Secondo arco branchiale; *d*) Terzo arco branchiale; *r*) Quarto arco branchiale; *g*) Fessura uditiva (resto della prima fessura branchiale); *z*) Lingua (cfr. tav. I e le spiegazioni nella XXV conferenza, pagg. 481 e 484).

Tavole XVIII e XIX.

Piedi anteriori (carpomeli) e posteriori (tarsomeli) di 12 diversi mammiferi. Copiata da Huxley, *Elementary Atlas of Comparative Osteology*, 1864 (tavole X e XII).

1. Uomo (*Homo sapiens*).
2. Gorilla (*Gorilla gina*).
3. Scimpanzè (*Troglodytes niger*).
4. Orang (*Satyrus. orang*).
5. Atele (*Ateles*).
6. Artopiteco (*Hapale jacchus*).
7. Proscimmia (*Lichanotus indri*).
8. Orso (*Ursus labiatus*).
9. Porco (*Sus scrofa*).
10. Rinoceronte (*Rhinoceros indicus*).
11. Bue (*Bos taurus*).
12. Cavallo (*Equus caballus*).

La tavola XVIII rappresenta il piede sinistro anteriore (la mano) di sette primati (figg. 1-7), di un carnivoro (fig. 8) e di quattro ungulati (figg. 9-12). La tav. XIX rappresenta il piede sinistro posteriore (piede) degli stessi dodici generi.

Ossa del carpo (*Carpalia*)		Ossa del tarso (*Tarsalia*)	
a) Scaphoideum	= *a*) *Radiale*	*a*) } Astragalus	= *a*) *Tibiale*
b) Lunatum	= *b*) *Intermedium*	*b*) } *a* + *b*	= *b*) *Intermedium*
c) Triquetrum	= *c*) *Ulnare*	*c*) Calcaneus	= *c*) *Fibulare*
d) (Centrale)	= (*Centrale regr.*)	*d*) Naviculare	= *d*) *Centrale*
e) Trapezium	= *Carpale* I	*e*) Cuneiforme I . . .	= *Tarsale* I
f) Trapezoides	= *Carpale* II	*f*) Cuneiforme II . . .	= *Tarsale* II
g) Capitatum	= *Carpale* III	*g*) Cuneiforme III . . .	= *Tarsale* III
h) Hamatum	= *Carpalia* IV + V.	*h*) Cuboides	= *Tarsalia* IV + V.

(Confrontare sopra pagg. 502 e 517).

TRENTESIMA CONFERENZA

Risultati dell'Antropogenia.

« La teoria della discendenza è una *legge induttiva* generale che segue con assoluta necessità dalla sintesi comparata di tutti i fenomeni organici, e specialmente dal triplice parallelo dell'evoluzione filogenetica, ontogenetica e sistematica. La proposizione che l'uomo si è svolto da vertebrati inferiori e più prossimamente da vere scimmie è una *legge deduttiva* speciale che segue con assoluta necessità dalla legge induttiva generale della teoria della discendenza. Noi crediamo di non poter mai troppo insistere su questo stato della questione « del posto dell'uomo nella natura ». Se pure la teoria della discendenza è vera, la teoria dell'evoluzione dell'uomo da vertebrati inferiori non è altro che un'inevitabile conclusione deduttiva da quella legge generale d'induzione. Perciò tutte le ulteriori scoperte che arricchiranno in avvenire le nostre conoscenze sull'evoluzione filetica dell'uomo non potranno essere altro che verificazioni speciali di quella deduzione che poggia sulla più larga base induttiva ».

MORFOLOGIA GENERALE (1866).

Spiegazione meccanica dei fenomeni evolutivi per mezzo della legge biogenetica fondamentale. — Eredità di adattamenti. Disteleologia o dottrina della non conformità allo scopo. Eredità simiane dell'uomo. — Fondazione della filosofia monistica per opera dell'Antropogenia.

Contenuto della trentesima Conferenza.

Sguardo retrospettivo alla via ontogenetica percorsa. — Interpretazione dell'ontogenesi per mezzo della legge biogenetica fondamentale. — Sua relazione causale colla filogenesi. — Eredità per adattamento di proprietà acquisite. — Gli organi rudimentali dell'uomo. — Disteleologia o dottrina della non conformità allo scopo. — Eredità dalle scimmie. — Posizione dell'uomo nel sistema naturale del regno animale. — L'uomo come vertebrato e mammifero. — Speciale parentela degli uomini e delle scimmie. — Le testimonianze della questione delle scimmie. — L'origine divina dell'uomo. — Adamo ed Eva. — Storia dell'evoluzione dell'anima. — Importanti differenze psichiche entro ad una sola classe animale. — Anime di mammiferi ed anime d'insetti. — Anima di formica ed anima di coccide. — Anima d'uomo ed anima di scimmia. — Organo della funzione psichica: sistema nerveo centrale. — Ontogenesi e filogenesi dell'anima. — Teoria psichica monistica e dualistica. — Eredità dell'anima. — Importanza della legge biogenetica fondamentale per la psicologia. — Importanza dell'antropogenia pel trionfo della filosofia monistica. — Natura e spirito. — Scienza della natura e scienza dello spirito. — Riforma del concetto del mondo per opera dell'antropogenia.

Bibliografia.

JEAN LAMARCK, *Philosophie Zoologique,* 1809.

CHARLES DARWIN, *The descent of man,* 1871. Trad. ital.: *L'origine dell'uomo.* Unione Tipografico-Editrice Torinese.

ERNST HAECKEL, *Generelle Morphologie der Organismen,* 1866, I vol., *Allgemeine Anatomie,* II volume, *Allgemeine Entwickelungsgeschichte.*

CARL GEGENBAUR, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen* (4ª ediz., 1890), 1883.

ENRICO MORSELLI, *L'uomo secondo la teoria dell'evoluzione,* 1888.

ACHILLE DE GIOVANNI, *Morfologia del corpo umano,* 1891.

ROBERT WIEDERSHEIM, *Der Bau des Menschen als Zeugniss für seine Vergangenheit,* 1888.

PAUL TOPINARD, *Anthropologie.*

AUGUST WEISMANN, *Die Continuität des Keimplasma als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Die Unsterblichkeit der Einzelligen, ecc.,* 1885.

THEODOR EIMER, *Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften,* 1888.

LESTER F. WARD, *Neo-Darwinism and Neo-Lamarckism,* 1891.

ALBERT OPPEL, *Vergleichung des Entwicklungsgrades der Organe zu verschiedenen Entwicklungszeiten bei Wirbelthieren,* 1891.

PAUL CARUS, *The Soul of Man. An investigation of the facts of physiological and experimental Psychology,* 1891.

CHARLES LETOURNEAU, *La Sociologie d'après l'Ethnographie,* 1880.

LESTER F. WARD, *Dynamic Sociology, or applied Social Science, as based upon statical Sociology and the less complex Sciences,* 2 volumi, 1883.

FRIEDRICH VON HELLWALD, *Naturgeschichte des Menschen,* 1882.

ERNST KRAUSE (CARUS STERNE), *Die allgemeine Weltanschauung in ihrer historischen Entwickelung,* 1889.

ERNST HAECKEL, *Natürliche Schöpfungsgeschichte.* Trad. ital. dell'8ª ediz.: *Storia della creazione naturale* (14 traduzioni), 1889.

XXX.

Signori!

Dopo aver finora peregrinato pel meraviglioso territorio della storia dell'evoluzione umana e dopo aver imparato a conoscere le parti più importanti di esso è ben conveniente a noi giunti qui al termine della nostra peregrinazione il dare uno sguardo alla via percorsa ed uno sguardo dall'altra parte al tramite delle conoscenze ulteriori cui questa via ci condurrà in avvenire. Noi siamo partiti dai più semplici fatti dell'evoluzione individuale dell'uomo, fatti ontogenetici che noi ad ogni istante siamo in grado di stabilire e dimostrare mediante la ricerca microscopica od anatomica. Di questi fatti ontogenetici il primo e il più importante è questo, che ciascun uomo, come ciascun altro animale, al principio della sua esistenza individuale è una semplice cellula. Questa cellula-ovo mostra la stessa tipica conformazione e lo stesso modo d'origine come qualsiasi altro uovo di mammifero. Da esso si svolge per ripetuta divisione una vescica blastodermica pluricellulare (*blastula*). Quest'ultima si trasforma in un germe caliciforme (*gastrula*) e questo ancora in una blastocisti (*blastocystis*). I due diversi strati cellulari i quali compongono la sua parete sono i due foglietti germinativi primarii: foglietto cutaneo (esoderma) e foglietto intestinale (entoderma). Questa forma embrionale bifoliata è la ripetizione ontogenetica della forma-stipite filogenetica di tutti i metazoi, di quella forma straordinariamente importante che noi abbiamo designato col nome di Gastrea. Poichè l'embrione dell'uomo attraversa, come quello di tutti gli altri metazoi, la forma di gastrula, così noi possiamo ricondurre alla gastrea anche la sua origine filogenetica. Seguendo più oltre l'ontogenesi da questa forma embrionale bifoliata noi vedemmo che dapprima fra i due primitivi foglietti embrionali ne nasce un terzo, il foglietto medio o mesoderma; scindendosi questo in due fogli vengono a formarsi quattro foglietti germinativi secondarii. Questi nell'uomo hanno esattamente la stessa composizione e lo stesso significato genetico come in tutti gli altri vertebrati. Dal foglietto cutaneo-sensorio si sviluppa l'epidermide ed il sistema nerveo centrale come pure la parte più importante degli organi di senso. Il foglietto fibro-cutaneo forma il derma e gli organi locomotori, scheletro e sistema muscolare. Dal foglietto fibro-intestinale nasce il sistema circolatorio e la parete carnosa dell'intestino. Infine il foglietto glandulo-intestinale forma solo l'epitelio o lo strato cellulare interno della mucosa intestinale e delle ghiandole intestinali.

Il modo in cui si formano questi diversi sistemi organici dai quattro foglietti germinativi secondarii nell'uomo è fin dal principio essenzialmente lo stesso che in tutti gli altri vertebrati. Nell'ontogenesi di ciascun singolo organo noi ci siamo convinti che l'embrione umano segue la stessa speciale direzione di differenziamento e formazione che fuori di esso non si riscontra che nei vertebrati. Entro i limiti di questo grande tipo animale noi abbiamo poi seguito passo per passo e grado per grado l'ulteriore perfezionarsi del corpo intero e delle singole sue parti. Quest'evoluzione

superiore avviene nell'embrione dell'uomo in quella forma speciale che è propria dei soli mammiferi. Finalmente noi abbiamo veduto che anche entro questa classe i diversi stadii evolutivi filogenetici che vengono distinti nel sistema naturale dei mammiferi corrispondono ai diversi gradi di sviluppo ontogenetico che sono percorsi dall'embrione umano nella sua ulteriore evoluzione. Così noi siamo stati posti in grado di determinare più esattamente la posizione dell'uomo nel sistema di questa classe ed in tal modo di stabilire i suoi rapporti di parentela coi diversi ordini di mammiferi.

La via per cui siamo giunti alla conclusione che noi sostenemmo nell'interpretazione di questi fatti ontogenetici fu semplicemente la logica applicazione della *legge biogenetica fondamentale* nella quale noi abbiamo costantemente cercato di stabilire l'importante distinzione fra i fenomeni palingenetici e quelli cenogenetici. La sola *palingenesi* od « evoluzione riassuntiva » ci permette di trarre conclusioni che risalgano direttamente dalla forma embrionale osservata alla forma-stipite trasmessa per eredità. Per contro questa conclusione è più o meno sospetta tostochè per nuovi adattamenti viene ad agire la *cenogenesi* od « evoluzione alterata ». Dal riconoscimento di quest'importantissima contingenza dipende tutto l'intendimento della storia della evoluzione individuale. Qui noi siamo al bivio dove l'antico ed il nuovo studio della natura, l'antico ed il nuovo concetto del mondo si separano decisamente. Tutti i risultati complessivi delle recenti ricerche morfologiche ci obbligano con forza ineluttabile ad accettare quella legge biogenetica fondamentale colle sue vaste conseguenze. Certamente queste sono inconciliabili coi soliti concetti mitologici che abbiamo sull'universo e coi potenti pregiudizii che ci furono inoculati nella prima gioventù dall'istruzione teosofica delle scuole. Ma senza la legge biogenetica fondamentale, senza la distinzione fra palingenesi e cenogenesi, e senza la teoria della discendenza sulla quale ci appoggiamo noi non siamo in grado nemmeno di concepire i fatti dell'evoluzione organica; senza di essa noi non possiamo lasciar cadere anche il più debole bagliore di una spiegazione su tutto questo meraviglioso mondo di fenomeni. Se noi però riconosciamo il *rapporto causale fra l'ontogenesi e la filogenesi* che è affermato da quella legge, allora i meravigliosi fenomeni dello sviluppo individuale si spiegano nel modo più semplice, allora i fatti dell'ontogenesi non ci appaiono più che come i necessarii effetti meccanici della filogenesi, determinati dalle leggi dell'*eredità* e dell'*adattamento.* L'azione combinata di queste leggi sotto l'influenza dappertutto sentita della lotta per l'esistenza o, come possiamo dire semplicemente col Darwin, la scelta naturale, è perfettamente sufficiente a spiegarci per mezzo della filogenesi l'intero processo dell'ontogenesi. Gli è questo appunto il merito fondamentale di Darwin l'aver spiegato colla sua teoria della selezione, la correlazione già riconosciuta dal Lamarck fra i fenomeni dell'eredità e dell'adattamento e l'averci tracciata la retta via per comprendere causalmente la storia dell'evoluzione.

Quel grandioso fenomeno, dal cui chiaro intendimento qui tutto in prima linea dipende è *l'eredità di adattamenti.* Giovanni Lamarck ne riconobbe già nel 1809 la fondamentale importanza e perciò noi possiamo con ragione alla sua teoria della discendenza che su di essa è fondata dare il nome di *Lamarckismo.* Gli avversarii dei principii di quest'ultimo hanno perciò con ragione diretto sopratutto i loro strali contro la prima. Uno dei più considerati ed anche dei più limitati di questi avversarii, Guglielmo His, afferma recisamente che « le proprietà acquisite durante la vita individuale non si trasmettono ereditariamente ». Le prove innumerevoli che si hanno *in favore* di quest'ereditarietà egli le chiama una « manata di aneddoti che ricordano

vivamente le prove in favore delle *voglie delle donne gravide* e che non possono pretendere ad essere prese scientificamente in considerazione ».

Ancor più in là che l'« esatto » anatomico Guglielmo His di Lipsia va il suo compartigiano ed amico, l'« esatto » fisiologo Vittorio Hensen di Kiel; quello stesso capo della famosa « spedizione del Plankton », il quale cerca di spiegare esattamente i grandiosi fenomeni della vita animale pelagica nel mare facendo contare quanti miliardi d'individui di ciascuna specie animale vivano in un mezzo cubo di acqua marina (198). L'Hensen ammirando le teorie pseudomeccaniche di His che abbiamo spiegate nella terza Conferenza (pag. 48), e dichiarando « inconcepibile » la loro confutazione gli offre la sua speciale riconoscenza per aver liberato la storia dell'evoluzione dalla necessità di spiegare i suoi fenomeni per mezzo di una *misteriosa ereditarietà*. Secondo il modo di vedere di quei due « esatti embriologi », la legge biogenetica fondamentale è una perfetta assurdità, ed è meglio rimuovere interamente dalla nostra scienza la considerazione dell'*eredità* (99). Con pari diritto si potrebbe pretendere dal fisico che egli rinunci allo studio della gravitazione o dell'elettricità perchè l'essenza propria di questi fenomeni fondamentali ci è sconosciuta.

Del resto l'« eredità di proprietà acquisite » non è recentemente negata solo da questi avversarii del principio della teoria della discendenza ma anche da naturalisti che ammettono quest'ultima e che essi stessi hanno contribuito al suo svolgimento; così, per esempio, da Weismann, Galton, Ray-Lankester ed altri. Specialmente Augusto Weismann nella sua pubblicazione sulla « continuità del germiplasma come fondamento di una teoria dell'eredità », come pure in molti altri scritti ha sostenuto con successo il concetto che « solo quei caratteri possono essere trasmessi alla seguente generazione i quali erano già contenuti in abbozzo nell'embrione ».

Questa teoria del germiplasma coll'annesso tentativo di spiegare l'eredità è una « ipotesi molecolare provvisoria » e cioè una di quelle speculazioni metafisiche che spiegano esclusivamente i fenomeni dell'evoluzione per mezzo di *cause interne* e che dichiarano insignificante l'influsso dell'ambiente. A quali insostenibili conseguenze essa conduca l'han mostrato specialmente Teodoro Eimer e Lester Ward (197). Io stesso ho espresso la mia opinione su ciò nell'ultima (VIII^a^) edizione della mia *Storia della Creazione naturale* (traduz. italiana, pag. 114, 120). Io mi tengo saldo col Lamarck all'opinione che la trasmissione ereditaria di caratteri acquisiti è uno dei più importanti fenomeni biologici e che essa è chiaramente dimostrata da migliaia di osservazioni morfologiche e fisiologiche. *L'eredità di adattamenti è un fondamento indispensabile della teoria della discendenza.*

Fra le numerose ed importanti testimonianze che stabiliscono la verità di questo modo di concepire la nostra evoluzione, non voglio qui che rilevare ancor una volta i preziosissimi documenti della creazione offertici dalla *disteleologia* o *dottrina della non conformità allo scopo*, l'interessantissima scienza degli « organi rudimentali ». Non si può troppo, nè abbastanza insistentemente far valere l'alta importanza filosofica di queste rimarchevoli parti del corpo le quali sotto il rapporto fisiologico sono interamente senza valore ed inutili. In qualsiasi sistema organico noi troviamo nell'uomo come in tutti i vertebrati superiori di queste antichissime *eredità senza valore* che noi abbiamo ricevuto dai vertebrati inferiori nostri antenati. Così noi troviamo anzitutto sul nostro esterno integumento il rado pelame rudimentale che non è più ben sviluppato se non al capo, nelle cavità ascellari ed in alcune altre parti del corpo. I brevi peluzzi che stanno sulla massima parte della superficie del nostro

corpo sono per noi interamente inutili, privi di ogni significato fisiologico; essi sono gli ultimi miseri resti del pelame molto più sviluppato dei nostri progenitori pitecoidi. Una serie dei più rimarchevoli organi rudimentali ci è presentata dall'*apparato dei sensi*. Noi abbiamo visto che tutto il padiglione esterno dell'orecchio colle sue cartilagini, i suoi muscoli e le sue parti cutanee è nell'uomo un'inutile appendice, priva dell'importanza fisiologica che una volta erroneamente le si attribuiva. Essa è il residuo regresso dell'acuto e liberamente mobile e meglio sviluppato orecchio dei mammiferi, del quale per vero noi possediamo ancora i muscoli ma senza poterli usare più (175). Noi trovammo inoltre all'angolo interno del nostr'occhio la notevole piccola piega semilunare che per noi è senz'importanza di sorta e non ha interesse se non inquantochè essa rappresenta l'ultimo resto della membrana nittitante, di quella terza palpebra interna che nei selaci ed in molti amnioti, ha ancora oggidì una grande importanza fisiologica.

Numerosi ed interessanti argomenti disteleologici ci offre poi l'*apparato locomotore*, tanto lo scheletro quanto il sistema muscolare. Io vi rammento solo la piccola coda sporgente dell'embrione umano colle vertebre caudali rudimentali che vi si formano ed i muscoli che vi si trovano, organo assolutamente inutile nell'uomo ma altamente interessante quale residuo atrofico della lunga coda dei piteci nostri progenitori la quale era costituita da numerose vertebre e muscoli. Da essi noi abbiamo anche ereditato molti processi ossei e muscoli che erano loro di grandi utilità nella loro vita arborea mentre essi sono in noi caduti fuori d'uso. Anche in diversi siti della nostra pelle noi possediamo muscoli cutanei dei quali non ci serviamo mai, resti di un più sviluppato muscolo cutaneo dei nostri più bassi progenitori mammiferi. Questo *panniculus carnosus* aveva il còmpito di contrarre ed increspare la pelle come noi vediamo fare quotidianamente ai cavalli che in tal modo cacciano le mosche. Un resto che ancora in noi è attivo del gran muscolo cutaneo è il muscolo frontale mediante il quale noi corrughiamo la fronte od alziamo le sopracciglia; ma un altro suo resto ragguardevole, il grande muscolo cutaneo del collo (*platysma myoides*) non può più da noi essere mosso volontariamente.

Come in questi sistemi animali del nostro corpo, così anche negli apparati vegetativi noi incontriamo una quantità di organi rudimentali che per la maggior parte abbiamo già imparato incidentalmente a conoscere.

Nell'*apparato di nutrizione* appartiene ad essi la notevole ghiandola tiroide (*thyreoidea*), inizio del « gozzo » e residuo del solco ciliato che sta alla parte inferiore della gabbia branchiale nei tunicati ed acranii; poi l'appendice vermiforme dell'intestino cieco. Nel sistema vascolare noi incontriamo una quantità di cordoni inutili che sono i resti di vasi decaduti che una volta erano canali sanguigni funzionanti: così il *ductus Botalli* fra l'arteria polmonare e l'aorta, il *ductus venosus Arantii* fra l'arteria porta e la vena cava, e molti altri. Hanno poi specialissimo interesse i numerosi organi rudimentali dell'apparato urinario e dell'apparato sessuale. Questi per solito non sono sviluppati che in un sesso solo e rudimentali nell'altro. Così dai condotti di Wolff si formano nel maschio i vasi deferenti, mentre nella femmina non ne persistono che traccie rudimentali nei condotti di Gärtner. Viceversa dai condotti di Müller si svolgono nelle femmine gli ovidotti e l'utero mentre nel maschio non rimangono che le loro estremità inferiori quali inutile « utero maschile » (*vescicale prostatica*). Così pure l'uomo ha ancora nelle sue papille pettorali e ghiandole mammarie i rudimenti di organi che di regola non entrano in funzione che nella donna (pag. 457).

Un più minuto esame anatomico del corpo umano ci farebbe ancor conoscere molti altri organi rudimentali che sono unicamente spiegabili colla teoria della discendenza. Roberto Wiedersheim nel suo scritto sopra « la struttura dell'uomo, come testimonio del suo passato », ne ha messo insieme una grande quantità. Essi sono fra le più importanti prove in favore della verità del concetto meccanico della natura e fra i più forti argomenti contro l'usato concetto teleologico. Se, come vuole quest'ultimo, l'uomo, e così pure qualsiasi altro organismo, fosse stato fin dal principio costrutto nel modo più adatto pel suo « scopo vitale » e fosse stato chiamato all'esistenza da un atto di creazione, l'esistenza di questi organi rudimentali sarebbe un enigma incomprensibile; non si vedrebbe affatto perchè mai il Creatore abbia voluto caricare ancora di quest'inutile bagaglio le sue creature sulla via già abbastanza scabrosa della vita. Per contro mediante la teoria della discendenza noi possiamo spiegarli semplicissimamente dicendo: Gli organi rudimentali sono parti del corpo che nel corso dei secoli, in seguito a non uso sono andate poco alla volta fuori di servizio; organi che nei nostri progenitori animali esercitavano determinate funzioni ma che per noi stessi hanno perduto la loro importanza fisiologica. Adattamenti novellamente acquisiti li han resi inutili, tuttavia essi sono ancora trasmessi dall'eredità di generazione in generazione, non atrofizzandosi che con lentezza.

Come questi « organi rudimentali » così anche tutti gli altri organi del nostro corpo noi li abbiamo ereditati dai mammiferi e più prossimamente dai piteci nostri progenitori. *Il corpo umano non contiene neppur un organo che non sia stato ereditato dalle scimmie.* Noi però mediante la nostra legge biogenetica fondamentale possiamo rintracciare l'origine dei diversi nostri sistemi organici ancor più oltre, giù fino ai vari gradi più bassi dei nostri progenitori. Così noi possiamo dire per esempio che i più antichi organi del nostro corpo, l'esterna epidermide e l'interno epitelio intestinale li abbiamo ereditati dai gastreadi; invece il sistema nerveo e muscolare dai platodi, il sistema vascolare, la cavità del corpo ed il sangue dagli elminti, la corda dorsale e l'intestino branchiale dai procordonii, la metameria o segmentazione del nostro corpo dagli acranii, il cranio primitivo e gli organi superiori dei sensi dai ciclostomi, gli arti e le mascelle dai pesci primitivi, il piede pentadattile dagli anfibii, la lamina palatina dai rettili, il pelame e gli organi sessuali esterni dai promammali. Quando noi stabilimmo la « legge del nesso ontogenetico tra le forme sistematicamente affini », noi abbiamo veduto come noi possiamo trarre simili conclusioni filogenetiche dalla successione ontogenetica dei sistemi organici (pag. 549).

Coll'aiuto di quest'importante legge e coll'aiuto dell'anatomia comparata noi fummo infine in grado di determinare esattamente la « posizione dell'uomo nella natura » o, come anche possiamo dire, di attribuire all'uomo il suo posto nel sistema del regno animale. Si usa ora nei recenti sistemi zoologici dividere tutto il regno animale nei dodici tipi a voi già noti che abbiamo superiormente (pag. 370) citato, e questi si dividono ancora in *cifre tonde*, in circa sessanta classi e queste classi in circa trecento ordini. Per tutta la sua struttura l'uomo è indubbiamente dapprima membro di un unico tipo, del tipo dei vertebrati; secondo, membro di un'unica classe, della classe dei mammiferi; e terzo, membro di un unico ordine, dell'ordine dei primati. Tutte le particolarità caratteristiche per le quali si distinguono i vertebrati dagli altri undici tipi animali, i mammiferi dalle altre sessanta classi ed i primati dagli altri trecento ordini del regno animale, tutte queste particolarità le possiede anche l'uomo. Checchè facciamo noi non possiamo sfuggire a questo fatto anatomico e

sistematico. Voi sapete che negli ultimi tempi appunto questo fatto ha suscitato le più vivaci discussioni ed ha sopratutto portato con sè molte polemiche sulla speciale parentela anatomica dell'uomo colle scimmie. Su questa « questione delle scimmie » o « teoria dei pitecoidi » si son messe alla luce le più strane opinioni. Sarà dunque bene chiarirla qui ancora una volta e distinguere in essa l'essenziale dal secondario.

Noi partiamo qui dal fatto incontrastato che in ogni caso l'uomo, si accetti o si neghi la sua speciale consanguineità colle scimmie, è un vero mammifero e cioè un *mammifero placentale*. Questo fatto fondamentale è così facile a dimostrare ad ogni istante per mezzo della ricerca anatomico-comparativa che dal dì che si son divisi i placentali dai mammiferi inferiori (marsupiali e monotremi) è stato concordemente ammesso. Ora per qualsiasi fautore logico della teoria dell'evoluzione da ciò segue senz'altro che l'uomo, insieme cogli altri placentali, discende da una stessa forma-stipite comune, dal progenitore dei placentali, come noi anche più oltre dobbiamo per *tutti* i diversi mammiferi ammettere *necessariamente* un comune padre-stipite mesozoico. Con ciò però la grande palpitante questione di principio sul posto dell'uomo nella natura è definitivamente risolta, si voglia ora attribuire all'uomo una più prossima o più remota parentela colle scimmie. È tutt'uno che l'uomo sia in senso filogenetico un membro dell'ordine delle scimmie (o, se preferite, dell'ordine dei *primati*) o nol sia, ad ogni modo rimane sempre la sua diretta consanguineità coi rimanenti *mammiferi* e specialmente coi placentali. Forse le relazioni di parentela fra i diversi ordini di mammiferi sono molto diverse da quello che noi ora ipoteticamente ammettiamo. In ogni caso però *la comune discendenza dell'uomo e di tutti gli altri mammiferi da una forma-stipite comune rimane un fatto incontrastabile.* Questo vetustissimo *Promammale* da gran tempo estinto si è verosimilmente svolto dai *teromori* durante il periodo triasico e deve indubbiamente essere considerato come stipite monotremo di *tutti* i mammiferi.

Se noi ci atteniamo a questa proposizione fondamentale ed estremamente importante, allora la *questione dei pitecoidi* ci apparrà sotto un tutt'altro aspetto che sotto quello in cui per solito viene presentata. Pensandoci un poco vi convincerete facilmente che essa non ha affatto quell'importanza che recentemente le si è data. Infatti l'origine del genere umano da una serie di diversi progenitori mammiferi e l'evoluzione storica di questi ultimi da una più antica serie di progenitori vertebrati seguita a rimaner fuori d'ogni dubbio sia che si considerino come più prossimi progenitori animali del genere umano delle vere « scimmie » o no. Poichè però si è ormai presa l'abitudine di dare in tutta la questione dell'origine dell'uomo il peso principale appunto alla « discendenza dalle scimmie », io mi vedo tuttavia obbligato a ritornare qui ancora una volta su di essa ed a richiamarvi alla mente i fatti anatomico-comparativi ed ontogenetici che decidono definitivamente questa « questione dei pitecoidi ».

La via più breve per condurci allo scopo è quella seguita da Huxley nelle sue eccellenti e già da noi più volte citate « testimonianze del posto dell'uomo nella natura », la via dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi (cfr. tav. XVII-XIX). Noi dobbiamo paragonare oggettivamente tutti i singoli organi dell'uomo cogli stessi organi delle scimmie superiori e poi vedere se le differenze fra i primi e questi ultimi sono maggiori delle corrispondenti differenze fra l'organizzazione delle scimmie superiori e quella delle inferiori.

L'indubbio ed incontrastabile risultato di una tale ricerca d'anatomia comparata condotta colla maggior possibile imparzialità ed esattezza fu la significantissima legge

che noi, in onore al suo fondatore, abbiamo chiamata *legge di Huxley*, che cioè le differenze corporee fra la struttura dell'uomo e quella delle più elevate scimmie che ci sian note sono molto minori delle corrispondenti differenze di struttura fra le scimmie superiori ed inferiori. Anzi noi abbiamo potuto determinare ancora più esattamente questa legge escludendo come troppo lontani parenti le platirrine o scimmie americane e limitando il nostro paragone al più stretto cerchio familiare delle catarrine o scimmie del mondo antico. Persino entro a questo piccolo gruppo di mammiferi noi trovammo le differenze organiche fra le catarrine inferiori e le superiori, per esempio fra il cinocefalo ed il gorilla molto più grandi che le differenze fra quest'antropoide e l'uomo. Se per di più noi interroghiamo ancora l'ontogenia e troviamo, secondo la nostra « legge del nesso ontogenetico fra le forme sistematicamente affini » che gli embrioni delle scimmie antropoidi e dell'uomo si conservano concordanti per un tempo più lungo che gli embrioni delle scimmie superiori e delle più basse, allora, volere o no, dovremo pure adattarci ad ammettere la nostra origine dalle scimmie. Senza dubbio noi possiamo coi fatti messi finora a nostra disposizione dall'anatomia comparata farci nella nostra fantasia un'immagine approssimativa della conformazione dei nostri progenitori dell'epoca terziaria antica, ma dipingendola come ci piacerà nei singoli particolari questa sarà la figura d'una vera scimmia, e cioè di una decisa scimmia catarrina. Infatti tutti i caratteri corporei che distinguono le catarrine dalle platirrine li possiede anche l'uomo. Noi dunque nell'albero genealogico dei mammiferi dovremo derivare l'uomo direttamente dal gruppo delle catarrine e collocare l'origine di esso nel mondo antico. Infatti l'intero gruppo delle scimmie catarrine fin dall'epoca terziaria antica è rimasto limitato al mondo antico, tanto come il gruppo delle platirrine al mondo nuovo. Solo la più antica forma-stipite dalla quale essi sono sòrti fu comune ai due gruppi.

Se dunque pel nostro sapere scientifico obbiettivo *è stabilito fuori d'ogni dubbio che il genere umano deriva direttamente da scimmie del mondo antico*, noi tuttavia vogliamo ancora una volta ripetere che quest'importante proposizione non ha per la *questione di principio* dell'origine dell'uomo l'importanza che consuetamente le si attribuisce.

Invero se anche noi vogliamo ignorare interamente questa proposizione o metterla da banda tuttavia rimane fermo tutto ciò che dai fatti zoologici dell'anatomia comparata e dell'ontogenesi abbiamo appreso sulla natura di placentale dell'uomo. Da essi la comune discendenza dell'uomo e degli altri mammiferi è indubbiamente dimostrata. Nè quella questione fondamentale viene in alcun modo spostata o rimossa quando si dica: « l'uomo è bensì un mammifero ma egli si è dipartito già affatto in basso, alle radici di questa classe dagli altri mammiferi e non ha alcuna speciale parentela con tutti i mammali oggidì viventi ». In tutti i casi questa parentela è più o meno stretta se giudichiamo dallo studio comparativo dei rapporti della classe dei mammiferi colle rimanenti sedici classi del regno animale. In tutti i casi tutti i mammiferi incluso l'uomo hanno una comune origine ed è altrettanto certo che le forme-stipiti comuni di essi si sono svolte gradatamente da una lunga serie di vertebrati inferiori.

Evidentemente non è tanta la ragione quanto il sentimento che nel più degli uomini si rivolta contro la loro « *origine dalle scimmie* ». Appunto perchè nell'organismo delle scimmie ci si presenta in forma poco attraente la caricatura dell'uomo, la brutta copia del nostro aspetto, perchè le solite idee di estetica e di dignità umana ne sono

così sensibilmente offese ai più degli uomini ripugna la loro origine scimmiesca. Sembra molto più lusinghiero discendere da un essere superiore, divino, ed anche perciò fin dai tempi più antichi la vanità umana si è compiaciuta, come si sa, a far discendere in origine il genere umano da dei o semidei. La chiesa ha ben saputo con quella sofistica trasformazione dei concetti nella quale essa è maestra, magnificare questo ridicolo orgoglio come « umiltà cristiana »; e gli stessi uomini che con orgogliosa avversione ripudiano qualsiasi idea di una discendenza animale e si tengono per « figli di Dio », gli stessi si compiacciono di ostentare la loro « umile sudditanza ». In genere, nel più delle prediche che la cattedra e l'altare pronunciano contro i progressi della teoria della discendenza la vanità e l'immaginazione umana hanno la massima parte, e, sebbene noi abbiamo già ereditato questa debolezza di carattere dalle scimmie, dobbiamo tuttavia confessare che noi l'abbiamo sviluppata sino ad un grado tale che sconcerta affatto il giudizio imparziale del « buon senso ». Noi ci divertiamo delle piccole pazzie che il ridicolo orgoglio con cui i nobili si vantano dei loro antenati ha portato dai bei tempi del medio evo sino ai nostri giorni, e tuttavia una buona porzione di quest'infondato orgoglio si nasconde nell'animo della massima parte degli uomini. Come i più degli uomini preferiscono far risalire la loro genealogia ad un barone decaduto o se è possibile ad un famoso principe piuttosto che ad un ignoto, umile contadino, così anche i più preferiscono come primo padre del genere umano un Adamo decaduto pel suo peccato piuttosto che una scimmia attiva e capace. È questione di gusto e così su queste preferenze genealogiche non si può discutere. Devo tuttavia confessare che a me personalmente va molto più a genio quest'ultima ascendenza che quella discendenza. Mi rallegra molto più essere il discendente più perfezionato di un antenato pitecoide che nella lotta per la vita si sia svolto progredendo da mammiferi inferiori che non il degenere nepote di quell'*Adamo* simile a Dio ma caduto per la sua colpa che fu « creato » con un « mucchio di terra » e della *Eva* tratta da una costola di lui. Quanto a questa famosa « costola » si può qui ancora come complemento dell'evoluzione dello scheletro aggiungere espressamente che il numero delle costole nell'uomo e nella donna è uguale. In questa tanto come nel primo le costole nascono dal foglietto germinativo mediano e sono filogeneticamente da considerare come archi vertebrali inferiori o ventrali.

Ora per vero io sento dire: « Tutto ciò può essere buono ed esatto finchè si tratta del corpo umano e, dati i fatti sussistenti, non è certo possibile di dubitare che questo realmente si sia sviluppato poco alla volta e gradatamente dalla lunga serie dei progenitori dei vertebrati. Ma è tutt'altro per lo « spirito umano », per l'anima umana; è impossibile che questa si sia svolta nella stessa guisa dall'*anima del vertebrato!* ». Vediamo se coi fatti noti dell'anatomia comparata, della fisiologia e della storia dell'evoluzione noi possiamo rispondere a questa grave obbiezione. Ci metteremo subito su un solido terreno considerando *comparativamente* le anime dei diversi vertebrati. Qui noi troviamo entro ai diversi gruppi di vertebrati, alle classi ed ordini, generi e specie in tale abbondanza l'una accanto all'altra le più differenti anime di vertebrati che a primo aspetto sembra quasi impossibile derivarle tutte dall'anima di un « protovertebrato » comune. Pensate solo dapprima al piccolo *Amphioxus* che non ha ancora un vero cervello ma solo un semplice tubo midollare e la cui intera attività psichica rimane all'infimo gradino fra i vertebrati. Anche i ciclostomi che primi stanno sopra di lui sono ancora limitatissimi di mente, sebbene essi possiedano un cervello. Se andiamo di qui più oltre, fino ai pesci, noi troviamo, come è noto, che le loro

intelligenze si tengono pure ad un livello molto basso. Solo quando di lì saliamo più in alto agli anfibii e rettili noi notiamo essenziali progressi nello sviluppo intellettuale. Ciò è molto più vero pei mammiferi, sebbene anche qui nei monotremi e negli stupidi marsupiali loro più prossimi superiori tutte le funzioni psichiche rimangono ancora ad un basso livello. Ma se noi di qui saliamo ai placentali, troviamo entro a questo ricco gruppo così numerosi ed importanti gradi di differenziamento e di perfezionamento che le differenze psichiche fra i più stupidi placentali (p. es. bradipi e cingolati) e gli animali più intelligenti di questo gruppo (per es. le scimmie ed i cani) appaiono molto più importanti che le differenze psichiche fra questi infimi placentali ed i marsupiali od anche i vertebrati inferiori. In ogni caso quelle differenze sono molto più importanti che le differenze psichiche fra quegli infimi placentali ed i marsupiali od anche i vertebrati inferiori. In ogni caso quelle differenze sono molto più importanti che non le differenze nella vita psichica del cane, delle scimmie e dell'uomo. E tuttavia tutti questi animali sono membri affini di un'unica classe naturale.

Lo stesso si mostra in modo ancor più sorprendente la fisiologia comparata di un'altra classe animale la quale per molte ragioni ci muove a speciale interesse, cioè quella degli *insetti*. Come è noto in molti insetti si manifesta un'attività psichica quasi tanto elevata come quella che entro alla classe dei mammiferi l'uomo solo possiede. Voi conoscete certamente le celebri comunità e stati delle api e delle formiche, e sapete che qui si trovano ordinamenti sociali estremamente mirabili quali in tale sviluppo si trovano solo nelle razze umane superiori, quali però non si trovano in nessun'altra parte nel regno animale. Vi rammento solo l'ordinamento a stato ed il governo delle monarchiche api e delle formiche repubblicane, la loro divisione in diverse caste: regina, fuchi, operai, allevatori, soldati, ecc. Fa parte ad ogni modo dei più notevoli fenomeni di questo interessantissimo campo biologico l'allevamento del bestiame che fanno le formiche, le quali allevano i gorgoglioni quali animali da latte e regolarmente leccano il loro melleo umore. È per vero anche più notevole la tratta praticata dalle grandi formiche rosse, le quali rubano le piccole specie di formiche nere e le allevano ai servigi di schiavo. Che tutti questi ordinamenti politici e sociali delle formiche siano sôrti dalla pensata cooperazione di numerosi cittadini si sa già da molto tempo. Da numerosi ed eccellenti osservatori recenti, sopratutto da Fritz Müller e da John Lubbock, la sorprendente elevatezza delle fazioni psichiche di questi piccoli artropodi è stata posta fuori di dubbio.

Ora paragonate una volta con ciò, come fa il Darwin, le attività psichiche di molti insetti inferiori, specialmente di molti insetti parassiti. Vi sono p. es. le cocciniglie (*Coccus*) che allo stato adulto sono un corpo scutiforme, completamente immobile e fissato alle foglie delle piante. Il loro rostro è infisso nel tessuto della pianta di cui esse succhiano gli umori. Tutta la vita psichica di questi inerti parassiti femminili consiste nel godimento che può dar loro il succhiamento di questi sughi ed il commercio sessuale coi mobili maschi. Lo stesso vale delle femmine larviformi degli strepsitteri (*strepsiptera*) che prive di ali e prive di zampe conducono parassitica l'intera vita stando immobili nell'addome di vespe. Qui di qualche attività psichica superiore non si discorre affatto. Se voi ora paragonate questi bestiali parassiti con quelle psichicamente così mobili ed eccitabili formiche vorrete certo concedere che le differenze psichiche tra i due sono molto maggiori che le differenze psichiche tra i mammiferi più bassi ed i più elevati, fra i monotremi, marsupiali e cingolati da una parte, i cani, le scimmie e l'uomo dall'altra. E tuttavia tutti quegli insetti appartengono ad un'unica

classe di artropodi allo stesso modo che tutti questi mammiferi appartengono ad una unica classe di vertebrati. E nello stesso modo che ogni logico fautore della teoria dell'evoluzione deve ammettere per tutti gli insetti una forma-stipite comune, così egli deve pure necessariamente affermare un'origine comune per tutti questi mammiferi.

Se ora ci volgiamo dalla considerazione comparativa dell'attività psichica dei differenti animali alla questione degli organi di questa funzione, noi riceviamo la risposta che essa in tutti gli animali superiori è sempre legata a determinati gruppi di cellule, e cioè a quelle cellule che compongono il sistema nerveo centrale. Tutti i naturalisti, senza eccezione, sono concordi in ciò, che il *sistema nerveo centrale è l'organo della vita psichica degli animali*, e tale affermazione si può del resto dimostrare sperimentalmente ad ogni momento. Se noi distruggiamo in parte o completamente il sistema nerveo centrale, noi distruggiamo in pari tempo in tutto o in parte anche « l'anima » o la funzione psichica dell'animale. Noi avremo dunque dapprima a chiederci come si comporti nell'uomo l'organo dell'anima. La risposta inconfutabile la conoscete già. L'organo psichico dell'uomo è per la sua struttura ed origine lo stesso organo che è in tutti gli altri vertebrati. Esso si forma come semplice tubo midollare dall'integumento esterno dell'embrione, dal foglietto cutaneo-sensorio. La semplice ampolla cerebrale che nasce per rigonfiamento della parte cefalica di quel tubo midollare si scinde per divisione trasversale in cinque ampolle cerebrali e queste nell'embrione umano percorrono durante il loro graduale sviluppo stadii più o meno simili di perfezionamento come nei rimanenti mammiferi. Come questi ultimi hanno indubbiamente una origine comune, così deve avere la stessa origine anche il loro cervello e il loro midollo spinale.

La fisiologia ci insegna inoltre all'osservazione ed allo sperimento che la relazione tra l' « *anima* » ed il suo *organo*, cervello e midollo spinale, è affatto la stessa nell'uomo come nei rimanenti mammiferi. La prima senza quest'ultimo non può del resto funzionare; essa gli è ugualmente legata come il moto muscolare ai muscoli e perciò non può svolgersi che in connessione con esso. Ora se noi siamo fautori della teoria della discendenza e se ammettiamo il nesso causale fra l'ontogenesi e la filogenesi noi saremo costretti ad ammettere la seguente proposizione. L'anima o « *psiche* » dell'uomo si è svolta come funzione del tubo midollare contemporaneamente a questo ultimo, e, come ora in ogni individuo umano cervello e midollo spinale si sviluppano dal semplice tubo midollare, così anche lo « spirito umano », o l'attività psichica di tutto il genere umano, è sorto poco alla volta e gradualmente dalle anime dei vertebrati inferiori. Come ora in ciascun individuo umano la complicata, meravigliosa struttura del cervello si svolge passo a passo dallo stesso inizio, dalle stesse cinque semplici ampolle cerebrali come in tutti gli altri cranioti, così pure l'anima umana nel corso di milioni d'anni si è gradatamente svolta da una lunga serie di diverse anime di cranioti. Come infine anche oggidì in ciascun embrione umano le singole parti del cervello si differenziano secondo il tipo speciale del cervello delle scimmie, così anche la psiche umana si è storicamente svolta dall'anima delle scimmie.

Per vero questo concetto monistico viene dal più degli uomini respinto con indignazione e viene invece sostenuto il concetto dualistico che nega l'indissolubile legame di cervello ed anima e che considera « *corpo e spirito* » come due cose affatto diverse. Ma come si accorda questo concetto generalmente sparso coi fatti che vi son noti della storia dell'evoluzione? In ogni caso esso offre tanto grandi ed insuperabili difficoltà

all'ontogenesi quanto alla filogenesi. Se si ammette col più degli uomini che l'anima è qualche cosa di autonomo ed indipendente che in origine non ha nulla che fare col corpo ma solo temporaneamente lo abita e che manifesta le sue sensazioni per mezzo del cervello come il suonatore di pianoforte per mezzo del suo strumento, allora si deve nell'embriogenesi umana ammettere un punto, nel quale l'anima entra nel corpo e precisamente nel cervello, e così pure alla morte bisogna ammettere un istante in cui essa abbandona nuovamente il corpo. Siccome poi ciascun uomo ha ereditato dai suoi due genitori determinate proprietà psichiche individuali, si deve ammettere che nell'atto della generazione vengono trasmesse da questi ultimi all'embrione porzioni dell'anima. Una particella di anima paterna accompagna la cellula spermatica, una particella di anima materna rimane nella cellula-ovo. Nell'istante della fecondazione in cui uguali porzioni di nucleo di quelle due cellule copulantisi si riuniscono a formare il nuovo nucleo della citula (pag. 105), anche le porzioni immateriali d'anima che le accompagnano dovrebbero fondersi insieme.

Con questo concetto dualistico restano inconcepibili i fenomeni dell'*evoluzione* psichica. Noi sappiamo che il neonato non ha alcuna coscienza, alcuna cognizione di se stesso e del mondo ambiente. Chi ha egli stesso dei bimbi e ne segue l'evoluzione mentale, osservando questa senza preconcetti non può negare che qui dominino *processi biologici d'evoluzione.* Come tutte le altre funzioni del nostro corpo si sviluppano in connessione coi loro organi, così anche l'anima si sviluppa in connessione col cervello. Anzi appunto lo sviluppo graduale dell'anima del bambino è un fenomeno così mirabile e maestoso che ogni madre ed ogni padre che abbia occhi aperti per osservare non si stancano di bearsene (18). Solo i trattati di psicologia non sanno nulla di una simile evoluzione e si deve quasi finire per pensare che gli autori di essi non hanno mai avuto bambini. L'anima umana quale viene rappresentata nella massima parte delle opere psicologiche, non è altro che l'anima unilateralmente sviluppata di un dotto filosofo che conosce bensì molti e molti libri ma che non sa nulla della storia dell'evoluzione e che non pensa che anche questa sua propria anima si è sviluppata.

Gli stessi filosofi dualistici, quando siano logici, devono naturalmente anche per la filogenesi dell'anima umana ammettere un momento nel quale essa ha per la prima volta « immigrato » nel corpo vertebrato umano. Bisognerebbe dunque che in quell'epoca in cui il corpo umano si svolse dal corpo delle scimmie antropoidi (dunque verosimilmente nell'epoca terziaria recente) tutto ad un tratto un elemento psichico specificamente umano o, come si suol dire « una scintilla divina », sia entrata o sia stata inspirata nel cervello della scimmia antropoide e qui si sia associato colla già presente anima scimmiesca. Quali difficoltà teoriche presenti questo concetto non è d'uopo dichiarare. Io voglio solo far notare che anche questa « scintilla divina » per la quale la psiche umana si dovrebbe distinguere da tutte le psichi delle bestie deve pur essa stessa essere ancora una cosa capace di evoluzione e realmente nel corso della storia umana essa si è progressivamente svolta. Per solito si intende con questa « scintilla divina » la « ragione » e si pensa attribuire così all'uomo una funzione psichica affatto speciale che lo distingue da tutti gli « animali irragionevoli ». Ma la psicologia comparata ci insegna che questo limite fra l'uomo e le bestie non è affatto sostenibile. O noi prendiamo il concetto di ragione in largo senso, e allora la hanno anche i mammiferi superiori (scimmie, cani, elefanti, cavalli) tanto come l'uomo, oppure noi prendiamo il concetto di ragione in senso stretto, ed allora essa manca al

più degli uomini tanto come al più degli animali. In complesso anche oggidì serve ancora per la ragione umana ciò che diceva ai suoi tempi il Mefistofele di Goethe:

« *Ein wenig besser würd' er leben,*
Hätt'st Du ihm nicht den Schein des Himmelslichts gegeben:
Er nennt's « Vernunft » und braucht's allein,
Nur thierischer als jedes Thier zu sein » [1].

Se noi dunque dobbiamo abbandonare interamente come al tutto insostenibili perchè inconciliabili coi fatti genetici queste teorie psichiche dualistiche generalmente predilette e per molti rispetti davvero piacevoli, allora non ci rimane più che l'opposto concetto monistico secondo il quale l'anima dell'uomo, come l'anima di qualsiasi altro animale, è una funzione del sistema nerveo centrale e si è svolta in indissolubile connessione con esso. *Ontogeneticamente* ciò vediamo in ogni bambino. *Filogeneticamente* noi per la legge biogenetica fondamentale dobbiamo affermarlo. Come in ciascun embrione umano si sviluppa dal foglietto cutaneo sensorio il tubo midollare, dall'estremità anteriore di questo le cinque ampolle cerebrali dei cranioti e da queste il cervello di mammifero (dapprima coi caratteri dei mammiferi inferiori, poi con quelli dei superiori), e come tutto quanto questo processo ontogenetico non è che una breve ripetizione (determinata dall'*eredità*) di uno stesso processo compiutosi nella filogenesi dei vertebrati, così anche la meravigliosa funzione psichica del genere umano si è svolta passo per passo e gradualmente nel corso di molti millenii dall'imperfetta funzione psichica dei vertebrati inferiori e l'evoluzione dell'anima di ogni bambino non è che una ripetizione abbreviata di quel lungo ed intricato processo filogenetico.

Comprendete ora quale straordinaria importanza l'*antropogenia*, illuminata dalla legge biogenetica fondamentale, acquisterà per la *filosofia*. I filosofi speculativi che si impossesseranno dei fatti ontogenetici e, seguendo quella legge, li interpreteranno filogeneticamente porteranno più grandi progressi nelle questioni capitali della filosofia di quello che abbiano potuto fare i più grandi pensatori di tutti i secoli. Indubbiamente ogni pensatore logico e chiaro deve dai fatti che ci sono stati presentati dall'anatomia comparata e dall'ontogenesi attingere una quantità di idee e considerazioni feconde che non possono fallire la loro azione sull'ulteriore sviluppo dei concetti filosofici sull'universo. Così pure non vi può essere dubbio che la dovuta ponderazione e l'imparziale giudizio di questi fatti condurranno alla vittoria decisiva di quell'indirizzo filosofico che noi chiamiamo con una parola *monistico* o *meccanico*, in opposizione al *dualistico* o *teleologico* sul quale poggia la maggior parte dei sistemi filosofici dell'antichità come del medio evo e dei tempi moderni. Questa filosofia meccanica o monistica afferma che dappertutto nei fenomeni della vita umana come in quelli della rimanente natura dominano leggi fisse ed invariabili, che dappertutto sussiste un necessario nesso causale dei fenomeni, e che perciò tutto il mondo da noi conoscibile forma un tutto unico, un « *monon* ». Essa afferma inoltre che tutti i fenomeni sono prodotti solo da *cause meccaniche* (*causae efficientes*) non da *cause agenti per uno scopo* (*causae finales*). Perciò un « libero arbitrio », inteso nel senso consueto, non esiste. Piuttosto alla luce di questo concetto monistico anche quei fenomeni che noi ci siamo abituati a considerare come i più liberi ed indipendenti, le manifestazioni della volontà umana, appaiono appunto tanto soggetti a leggi

[1] « Egli vivrebbe un po' meglio — Se tu non gli avessi data la parvenza della luce celeste: — Egli la chiama « ragione » e se ne serve solo — Per essere più bestiale di ogni bestia ».

fisse quanto ogni altro fenomeno naturale. Di fatto ogni esame imparziale ed approfondito delle nostre « libere » azioni volontarie ci insegna che esse non sono mai veramente libere, ma sempre determinate da precedenti momenti causali che in ultimo si lasciano ricondurre o all'*eredità* o all'*adattamento*. Noi dunque non possiamo accettare quella distinzione favorita di *natura* e *spirito*. Dovunque nella natura vi è spirito ed uno spirito fuori della natura noi non lo conosciamo. Perciò anche la solita distinzione di scienza della natura e scienza dello spirito è inaccettabile. Ogni scienza, come tale, è in pari tempo scienza della natura e scienza dello spirito; questo è un saldo principio del nostro monismo che noi rispetto alla religione possiamo anche chiamare *panteismo*. L'uomo non sta al disopra della natura, ma bensì nella natura (199).

Certamente gli avversarii della teoria dell'evoluzione amano stigmatizzare la filosofia monistica che su quella è fondata col nome di « materialismo » confondendo insieme l'indirizzo filosofico che porta questo nome col materialismo morale che è affatto riprovevole e non ha con esso nulla di comune. Ma strettamente parlando il nostro « monismo » si potrebbe con uguale ragione o torto chiamare spiritualismo come materialismo. La filosofia *materialistica* propriamente detta afferma che i fenomeni di moto della vita, come tutti gli altri fenomeni di moto, sono effetti o prodotti della materia. L'altro estremo opposto, la filosofia *spiritualistica*, afferma appunto al contrario che la materia è il prodotto della forza movente e che tutte le forme materiali sono prodotte da forze libere ed indipendenti da essa. Dunque secondo l'unilaterale concetto materialistico la materia preesiste alla forza vivente, secondo l'altrettanto unilaterale concetto spiritualistico è l'opposto. Entrambi i concetti sono dualistici e noi li riteniamo entrambi per egualmente falsi. Il contrapposto a quei due concetti si eleva per noi nella filosofia *monistica* che non può meglio immaginarsi la forza senza materia che la materia senza forza. Cercate solo una volta, collocandovi da un punto di vista strettamente scientifico, di meditare a lungo su ciò; dopo un'accurata riprova voi troverete che l'immaginarvi chiaramente l'una cosa senza l'altra non vi è nemmeno possibile. Come già disse il Goethe: « La materia non può mai senza spirito, nè lo spirito senza materia esistere ed agire » (200).

« *Spirito* » ed « *anima* » dell'uomo non sono altro che forze che sono indissolubilmente legate al substrato materiale del nostro corpo. Come la forza motrice della nostra carne agli elementi formali dei muscoli, così la forza pensatrice del nostro spirito è legata agli elementi formali del cervello. Le nostre forze intellettuali sono altrettanto *funzioni* di questa parte del corpo come quella « forza » è la funzione di un corpo materiale. Noi non conosciamo alcuna materia che non possieda forze e viceversa non conosciamo forze che non siano legate a materie. Quando le forze si manifestano come *movimenti*, le chiamiamo forze *vive* (attive) o *forze in azione;* quando le forze invece si trovano in istato di riposo o di equilibrio, le chiamiamo *forze latenti* o *forze di tensione*. Ciò vale tanto per i corpi naturali inorganici quanto per gli organici. La magnete che attira la limatura di ferro, la polvere che esplode, il vapor acqueo che spinge la locomotiva, sono anorgani *viventi;* essi agiscono per forza viva tanto come la mimosa sensitiva che al tocco ripiega insieme le sue foglie, come il venerabile *Amphioxus* che si affonda nella sabbia marina, come l'uomo che pensa. Solamente in questi ultimi casi le combinazioni di diverse forze che si manifestano come « movimento » sono molto più complicate e molto più difficili a conoscere che non in quei primi casi.

La nostra antropogenia ci ha condotti al risultato che anche in tutta la storia dell' evoluzione umana, nell' ontogenesi come nella filogenesi, non sono in azione altre forze da quelle che agiscono nel resto della natura organica ed anorganica. Tutte le forze che agiscono qui noi le potemmo in ultimo ricondurre all'*accrescimento*, a quella funzione fondamentale d'evoluzione, per la quale nascono tanto le forme degli anorgani come quelle degli organismi. Ma l'accrescimento stessoriposa di nuovo sull'attrazione e ripulsione di particelle omogenee ed eterogenee. Già Carlo Ernesto di Baer, 64 anni fa, riassumeva il risultato più generale delle sue classiche ricerche sull'evoluzione degli animali nella seguente proposizione: la storia dello sviluppo dell'individuo è sotto ogni rapporto la storia della crescente individualità. Se però andiamo più a fondo in queste « *leggi d'accrescimento* » troviamo che esse in ultimo si possono sempre ricondurre a quell'attrazione e ripulsione degli atomi animati che già Empedocle designava come « amore ed odio » degli elementi.

Lo sviluppo dell'uomo segue dunque secondo le stesse « eterne leggi » come lo sviluppo di qualsiasi altro corpo naturale. Queste leggi ci riconducono dappertutto agli stessi semplici principii, alle proposizioni fondamentali ed elementari della fisica e della chimica. I singoli fenomeni naturali non sono così diversi che pel grado di intricatezza, pel grado di complessità col quale agiscono insieme le diverse forze. Ogni singolo processo di adattamento ed eredità nella *filogenesi* dei nostri antenati è già in sè un avvenimento fisiologico molto complicato. Ma infinitamente più complicati sono i processi della nostra *ontogenesi* umana; infatti in essi sono già insieme comprese migliaia di quei processi filogenetici.

Sono scorsi omai 25 anni dacchè apparve la mia « Morfologia generale », il primo tentativo di applicare la teoria della discendenza riformata da Carlo Darwin al complesso della biologia, e specialmente di dare coll'aiuto di essa una base *meccanica* alla morfologia organica. Gli intimi rapporti che intercedono fra tutte le parti della scienza naturale degli organismi, sopratutto però l'immediato nesso causale fra quelle due parti della storia dell'evoluzione, fra l'ontogenesi e la filogenesi, sono in quell'opera per la prima volta spiegati per mezzo del trasformismo, mentre viene messa in luce l'importanza filosofica che essi acquistano per mezzo della teoria della discendenza. La parte antropologica della « Morfologia generale » (VII Libro) contiene anche il primo tentativo di determinare zoologicamente la « *serie dei progenitori dell'uomo* » (pag. 428). Per quanto questa *progonotaxis* fosse imperfetta, pure essa dava tuttavia la prima base per la successiva ulteriore indagine della serie dei nostri estinti antenati. Nel quarto di secolo che è scorso da allora il nostro orizzonte biologico si è straordinariamente allargato; le nostre cognizioni empiriche sul campo della paleontologia, dell' anatomia comparata e dell' ontogenesi sono cresciute in misura sorprendente grazie agli sforzi riuniti di molti eccellenti lavoratori ed all'applicazione di metodi migliorati. Molte importanti questioni biologiche che allora ci si paravano dinnanzi come oscuri enigmi appaiono oggi risolte; e se, dopo la buia notte dei mistici dogmi il darwinismo apparve come l'aurora di un nuovo giorno, di un giorno di chiara conoscenza monistica della natura, noi possiamo oggi dire orgogliosi e lieti che nel nostro campo di ricerche si è fatto giorno chiaro, luminoso.

Filosofi e laichi che sono così ignari delle fonti empiriche dei nostri « archivii della creazione » quanto dei metodi filogenetici per la loro applicazione storica hanno ancora di recente espresso l'opinione che colla scoperta della nostra genealogia animale non si sia ottenuto altro che una « *galleria di antenati* » come quelle che

si trovano nei castelli dei principi. Questo giudizio sarebbe giusto se la nostra progonotaxis esposta nella seconda parte dell'antropogenia non fosse altro che una riunione in serie di forme animali affini di cui noi supponessimo il nesso genetico, giudicando dell'esterna rassomiglianza della loro fisionomia. Come crediamo di aver abbastanza dimostrato precedentemente, si tratta per noi di qualcosa d'affatto diverso, della costatazione morfologica e storica dei rapporti filogenetici che collegano quella serie di antenati, e ciò in base alla loro corrispondenza nella loro struttura corporea interna e nella loro ontogenesi; e in qual grado questa sia atta ad aprirci l'intendimento della loro *intima natura* e della loro evoluzione storica, ciò credo di avervi dimostrato a sufficienza nella prima parte di questo libro. È appunto nella costatazione di questo nesso storico che io vedo il cardine della sua importanza. Infatti io sono di quei naturalisti che credono in una vera « *storia* naturale » ed ai quali preme tanto l'esatto riconoscimento del passato come l'esatto studio del presente. Sull'incalcolabile valore della *coscienza storica* non si potrà mai insistere troppo in un tempo in cui la ricerca storica viene ora ignorata ed ora fatta a rovescio, ed in cui una « scuola esatta » altrettanto pretenziosa quanto ristretta di idee crede sostituirla con esperimenti meccanici e formole matematiche. Ma la cultura storica non può venire sostituita da alcun altro ramo della scienza.

Veramente i pregiudizi che si oppongono al generale riconoscimento di questa « antropogenia naturale » sono ancora oggidì enormemente potenti; altrimenti l'antichissima lotta fra i diversi sistemi filosofici sarebbe decisa già ora in favore del *monismo*. Si può però prevedere con sicurezza che la generale conoscenza dei fatti genetici distruggerà sempre più quei pregiudizi e porterà la vittoria dei concetti naturali sul « posto dell'uomo nella natura ». Se contro a queste vedute si ode da più parti manifestare il timore che essa possa condurre un regresso nello sviluppo intellettuale e morale dell'uomo, io per contro non posso nascondere la mia convinzione che essa all'opposto favorirà lo sviluppo progressivo dello spirito umano in straordinaria misura. Infatti qualunque progresso nel più profondo conoscimento della *verità* significa in pari tempo un progresso nell'ulteriore sviluppo della nostra *ragione* umana, e la sua applicazione alla vita pratica un corrispondente perfezionamento della nostra *moralità*. Solo colla verità e colla ragione noi possiamo combattere i peggiori nemici del genere umano, l'ignoranza e la superstizione! Ad ogni modo io desidero e spero di avervi con queste conferenze fermamente convinti che il vero intendimento scientifico dell'organismo umano non si può raggiungere che per quella via che noi nello studio della natura organica dobbiamo tenere per l'unica, giusta e diritta allo scopo, per la via della

Storia dell' evoluzione!



CHIUSA APOLOGETICA

I numerosi ed acerbi attacchi subìti dall'« Antropogenia » dai primi tempi della sua apparizione mi dànno diritto ad aggiungere qui alla fine di questa quarta edizione rifusa del mio libro alcune parole a sua *difesa*. Che un libro di questa sorta debba aspettarsi ad incontrare da molte parti una viva opposizione s'intende da sè. Infatti esso calca una nuova via di ricerca che trent'anni fa ci sembrava ancora interamente preclusa; esso cerca un'ipotetica risposta a gravi questioni che erano tenute quasi universalmente per affatto insolubili; esso si trova ad ogni passo in conflitto con pregiudizii fortemente radicati che non solo nei diversi campi della scienza, ma anche in quelli della fede e della vita pratica sono tenuti per irremovibili. È dunque ben naturale che tanto contro la mia *Antropogenia* presa in complesso quanto contro molte singole proposizioni in essa contenute si sia sollevata una vivace ed aspra opposizione.

In quanto questi attacchi riguardano questioni essenziali di principio o singole proposizioni scientifiche di qualche importanza essi hanno già trovato in massima parte la loro risposta nelle parti nuove e nelle aggiunte dichiarative di questa quarta edizione. Ma qui mi resta ancora da entrare in spiegazione con un avversario particolarmente forte e pericoloso che è venuto fuori dalla schiera dei più prossimi colleghi, colla cosidetta « *scuola esatta* ». Da questa partono i più vivi attacchi che ebbe a subire l'Antropogenia da oramai sedici anni; essi riguardano tanto i concetti fondamentali generali quanto anche molti singoli svolgimenti ma specialissimamente poi le figure che servono a loro illustrazione. Segnatamente il professore Guglielmo His di Lipsia nel suo scritto su « la nostra forma corporea ed il problema fisiologico della sua formazione » (1875) ha sottoposto la mia esposizione e le sue illustrazioni alla più viva critica ed ha emesso l'affermazione che i miei disegni « sono in parte estremamente inesatti, in parte affatto inventati ». Nella sua ira giustificata per i miei attacchi contro la sua *Schneider-Theorie* (p. 46) l'His mi accusa inoltre di voluta falsità, cioè di *menzogna*, e si innalza a queste patetiche espressioni: « Io stesso son cresciuto nella fede che fra tutte le qualità di un naturalista l'attendibilità, l'incondizionato rispetto per la *verità* reale, sia la sola di cui non si possa fare a meno. Ancora oggidì io sono d'avviso che mancando questa qualità tutte le altre, per quanto splendide, impallidiscono. Possano dunque altri onorare nel signor Haeckel l'attivo ed audace capo-partito; a mio giudizio egli, pel suo modo di condurre la lotta, ha perduto persino il diritto ad essere ammesso come pari fra i naturalisti serii » (p. 171).

Queste ed altre proposizioni nelle quali il signor consigliere intimo Guglielmo His mi accusa pubblicamente di voluta *non-verità*, di menzogna e di falso scientifico hanno trovato nella stampa una vasta eco. Specialmente la stampa ortodossa ed oltramontana per la quale naturalmente l'Antropogenia è, come la Storia della creazione naturale, un abominio, ha accolto avidamente queste gravi accuse inasprendole con

aggiunte proprie (196). La cosa andò tant'oltre che l'anno scorso amici benevoli e gelosi del mio onore personale mi richiesero di ricorrere pubblicamente alle vie legali e di querelare di ingiuria e calunnia i redattori di quegli articoli offensivi clericali.

Che sarebbe accaduto se io avessi veramente portato innanzi ai tribunali questa questione d'onore letteraria tra me ed il signor His? Un collegio di giudici, composto di giuristi moderni (come quelli per esempio che condannarono poco fa un redattore per ingiuria alla « sacra tonaca » di Trevi, il correttore (!) di una stampa ingiuriosa come complice dell'autore!) basandosi su apparenze puramente formali mi troverebbe forse « colpevole ». Invece un giurì che fosse composto di colleghi competenti, imparziali ed onorevoli mi assolverebbe *all'unanimità;* allora però la taccia di *dolo* ricade sul signor His! Persino un prossimo parente di quest'ultimo, il signor professore Giulio Kollmann di Basilea nel 1889, in una critica molto lusinghiera per His, ma però imparziale dell'« Anatomia di embrioni umani » di quest'ultimo ha confessato che la mia affermazione della somiglianza degli embrioni dei vertebrati, se anche esagerata, è però realmente fondata e che « la *mala fides* di cui era stata tacciata non v'era sicuramente » (*Verhandl. der Naturf. Gesellsch. in Basel*, VIII, Heft 3, pag. 665).

Le principali accuse del signor His sono già state confutate nel mio scritto « *Sullo scopo e le vie della moderna storia dell'evoluzione* ». Poichè però ancora recentemente un amico e compartigiano di His, il signor consigliere intimo Vittorio Hensen di Kiel, le ha rivangate e se ne è servito nel suo scritto sopra « la spedizione del Plankton ed il Darwinismo di Haeckel » per appoggiare i suoi più acerbi attacchi personali contro di me, mi vedo pur costretto a ritornare qui ancora una volta su di esse. Lo scritto or ora ricordato di Hensen viene celebrato in un numero (124) che ho presente della *Gazzetta di Lipsia* (del 2 giugno 1891) « *come uno degli scritti più notevoli delle moderne scienze naturali* ». Vorrei pregare il lettore che avesse intenzione di studiarlo di leggere dapprima i miei « Studii sul Plankton » dai quali venne provocata quell'interessante risposta di Hensen.

In merito noterò ora quanto segue: 1° La gran maggioranza delle figure che illustrano l'*Antropogenia* sono riproduzioni galvanoplastiche di xilografie contenute nei trattati d'embriologia di Kölliker e di Hertwig o copiate da una quantità di monografie e pubblicazioni minori (specialmente di Hatschek, Rabl, Selenka, Van Beneden, ecc.). 2° La gran maggioranza delle figure non sono « illustrazioni esatte ed interamente simili al vero » come le pretende l'His, ma cosidetti « *diagrammi* o *figure schematiche* », cioè disegni che mostrano solo l'essenziale dell'oggetto e tralasciano il non essenziale; talora anche il signor His si vede costretto a dare simili diagrammi ed allora li chiama « figure di costruzione »! 3° Tutte le figure schematiche quali ogni giorno vengono impiegate le mille volte nei trattati e nei corsi sono come tali « inventate », cioè il naturalista che si serve di una figura schematica per illustrare un fatto *pensa* in essa qualche cosa; egli modifica la forma reale del suo oggetto secondo l'idea che egli si fa dell'*essenza* di esso ed omette tutto ciò che vi potrebbe essere di non necessario e di ingombrante. 4° Il signor His poteva perciò risparmiarsi la pena di chiamare « *inventate* » tutte le figure che io avevo più o meno modellate secondo il concetto che si trattava di illustrare e di denunciarmi in tal modo al pubblico come bugiardo ed ingannatore, poichè allora lo stesso titolo onorifico lo meritano anche Baer, Giovanni Müller, Gegenbaur, Huxley, e in generale quasi tutti i morfologi pensatori. Essi tutti non rappresentano nei loro diagrammi l'oggetto da illustrare quali essi realmente *lo vedono*, ma come essi *lo comprendono!* 5° Al tutto inappuntabile e puro non sarebbe dunque

secondo His (e molti altri « esatti » pedanti) che il *fotografo* o quel « fisiografo » che come quest'ultimo copiasse *materialmente* il vero. Con ciò io lascio al lettore stesso di decidere chi di noi due ha ragione. A quanto mi pare l'accusa di *non verità* (o, se questa è cosciente, di *menzogna!*) ricade sullo stesso signor consigliere intimo Guglielmo His e sui suoi compagni.

La comparazione degli embrioni di amnioti (Tav. VI-IX). La rassomiglianza ingannatrice che mostrano gli embrioni dei vertebrati superiori, specialmente dei rettili, uccelli e mammiferi nei primi stadii del loro sviluppo individuale è nota ed ammirata dacchè si è cominciato a paragonarli. Nella sua classica *Storia dell'evoluzione degli animali* (1828, parte I, pag. 221) Carlo Ernesto von Baer dice su ciò quanto segue: Gli embrioni dei mammiferi, degli uccelli, delle lucertole e dei serpenti, probabilmente anche delle testuggini, nei primi stadii sono straordinariamente simili fra loro tanto nel complesso quanto nello sviluppo delle singole parti; così simili che spesso non si possono distinguere quêsti embrioni se non dalla mole. Io posseggo due piccoli embrioni in alcool pei quali ho trascurato di notare i nomi, ed ora io non sono affatto in grado di determinare la classe alla quale essi appartengono. Possono essere lucertole, uccellini o giovanissimi mammiferi. Tanto è in questi animali concordante la formazione del capo e del tronco. Ma le estremità a quegli embrioni mancano ancora. Se esse ci fossero in questo primo stadio di sviluppo non ci insegnerebbero nulla poichè le zampe delle lucertole e dei mammiferi, le ali e le zampe degli uccelli, come le mani ed i piedi dell'uomo si svolgono dalla stessa forma fondamentale ».

L'*importanza* di quest'ingannevole rassomiglianza di tutti gli embrioni di amnioti risulta in modo molto semplice dalla considerazione della loro stretta *parentela*, e per illustrare questi rapporti *filogenetici* io nella prima edizione avevo messo insieme in un certo numero le figure che erano disponibili (tav. VI, VII). Siccome frattanto ho ottenuto un maggior numero di embrioni meglio conservati, io potei in questa quarta edizione sostituire quelle figure imperfette con altre migliori (tav. VI-IX). Lo scopo di questa riunione comparativa di figure era quello di rendere evidente il fatto che *da forme embrionali estremamente simili* si sviluppano tipi di classi affatto diverse. Secondo la legge biogenetica fondamentale noi comprendiamo così come queste diverse classi di vertebrati si siano potute produrre in origine da una stessa *forma-stipite*.

Ora il signor His non si contenta di sottoporre quelle figure alla più acerba critica e di farmi i più gravi rimproveri per le inesattezze parte reali, parte pretese che esse contengono (il che pel fatto da illustrare è al tutto indifferente), ma inoltre mi attribuisce insensate affermazioni alle quali io non ho mai pensato. Egli si perde per pagine intere in confutazioni di una *identità*, che pretende affermata, di quegli embrioni e si dà la soddisfazione di combattere contro inani molini a vento fabbricati da lui stesso. Già 25 anni fa, nella mia *Morfologia generale* (vol. II, pag. 202), ho messo a capo di tutte le leggi d'adattamento la « *legge della variazione individuale* »: « Tutti gli individui organici sin dal principio della loro esistenza individuale sono disuguali sebbene spesso estremamente simili ». La spiegazione di questa legge che è contenuta anche in tutte le otto edizioni della mia *Storia della creazione naturale* dimostra a sufficienza ciò che io penso di quella « identità degli embrioni » che si pretende affermata.

Risparmierò all'amico lettore ed a me stesso di entrare ancor qui nella celebre « *storia dei tre clichés* » di cui il signor His pieno di santa indignazione parla per quattro pagine del suo scritto su « la nostra forma corporea » e che il suo amico Rütimeyer ha subito denunciato come un crimine contro la verità scientifica, tale da

intaccare gravemente il credito dello scienziato. Questa famosa « storia dei tre clichés » che secondo l'opinione della scuola « esatta » ha dato il colpo mortale al mio credito di naturalista ha una certa rassomiglianza colla « *storia dei tre annelli* » di Lessing. I colleghi che sono al corrente sanno che si trattava qui di una semplice storditezza da me commessa in buona fede nella fretta di mettere insieme le poche illustrazioni per la *prima* edizione della « Storia della creazione naturale » (1868). Illustrai cioè con tre figure *identiche* tre oggetti *estremamente simili*, così simili che come è noto *nessun* embriologo è in grado di distinguerli (cfr. sopra pag. 623, Baer). Fin dalla seconda edizione io corressi quest'errore formale che mi esponeva all'*apparenza* esterna di una rappresentazione scientemente falsa. Nondimeno il signor consigliere intimo Hensen ha creduto conveniente ancora poche settimane fa, nel suo citato scritto sulla spedizione del Plankton, di ritornare su questo errore fatto 23 anni fa e subito corretto da me stesso. Il probo critico della « Gazzetta di Lipsia » (n. 124) che loda lo scritto incredibilmente fiacco e confuso di Hensen « come uno dei più notevoli della moderna scienza naturale » non tralascia di aggiungere: « Haeckel ha solo un difetto, egli non è nè un investigatore nè uno scienziato. Come lavoratore nella scienza egli ha già da gran tempo perduto il credito, ma anche come Darwinista la sua posizione è assai discutibile »! L'ha ben mostrato l'His « uno dei nostri *primi* anatomi ed embriologi » (!!).

Il critico di Lipsia stia tranquillo! Io ringrazio ogni giorno il mio destino di non avermi coniato a scienziato « esatto » del genere di His e Hensen! Anche non ho bisogno di possedere qualche « *credito* » nella scienza, almeno in quella società tedesca di dotti da gabinetto e di pedanti, di « scribi e farisei » pei quali l'agognato titolo onorifico di investigatore *esatto* sarebbe meglio sostituito da quello di *limitato*, pei quali il *fatto* e non il *pensiero* deve fare la scienza! La mia gioia ed il mio piacere è di potere da 50 anni di studio e 30 anni di insegnamento considerare senza pregiudizi e con occhi aperti il meraviglioso edificio di questo mondo vivente, di farmi le mie proprie idee per spiegare i fatti biologici e di contribuire colle migliori mie forze all'allargamento della loro conoscenza. Di « *credito* » per questo non ne ho bisogno! *Quanto* delle molte cose nuove che io con ardente zelo ho introdotto nella scienza sia giusto e di durevole valore può solo insegnarlo l'*avvenire*.

Non posso però terminare queste parole apologetiche di chiusa senza far notare in questo punto quanto sia *miserabile* e *odioso* il procedere dei miei avversarii (sempre *bona fide??*) che con ragioni apparenti, critica di piccoli errori ed accuse di falsamento scientifico vanno rosicchiando in cento punti dei miei lavori mentre il *pensiero fondamentale* delle mie teorie logicamente svolte offrirebbe pure ad essi molti più importanti e degni punti d'attacco. Un « modo di combattere » quale per esempio è quello usato dal signor consigliere intimo Guglielmo His nel suo scritto polemico a me indirizzato su « la nostra forma corporea » (1875) è semplicemente *puerile!* Esso è tanto puerile come le dichiarazioni generali del signor His sui concetti di spiegazione, di legge naturale, di falsamento, della vera scienza, ecc.; dichiarazioni che tradiscono in questo segnalato « fisiologo » una grave deficienza di coltura storica, morfologica e filosofica!

Sotto questo riguardo, come anche sotto altri, io devo del resto lasciare al signor consigliere intimo Hensen di Kiel quest'onore che egli è tanto più logico e conseguente quanto anche più onorevole e veritiero del suo amico His di Lipsia. L'Hensen nel suo già citato scritto sul Plankton ci ha ancora recentemente assicurato che la teoria della

discendenza è un'ipotesi non dimostrata e invece la costanza della specie un fatto sicuro; secondo lui la legge biogenetica fondamentale è una perfetta assurdità e la mia distinzione tra palingenia e cenogenia è semplicemente ridicola; egli la sostituisce con una nuova « *teoria dello spostamento reciproco* dei tessuti ». Inoltre l'Hensen (malgrado tutte le chiacchere di concetto meccanico della natura!) è un sincero *dualista:* « Qualche cosa di più sterile e vuoto del monismo di Haeckel era appena possibile immaginare » (!).

In tutte queste questioni importanti e strettamente connesse fra di loro l'Hensen è più onesto e logico di His. I numerosi scritti embriologici di His hanno come scopo precipuo e confessato di spiegare per se stessa l'ontogenesi in modo meccanico-fisiologico, senza alcun rapporto colla filogenesi. Anzi quest'ultima a suo avviso non è che « un giro più lungo del quale i fatti ontogenetici come conseguenze immediate dei principii fisiologici dello sviluppo non hanno per essere spiegati *alcun bisogno* » (!!!). I più importanti concetti della teoria della discendenza e della morfologia scientifica: *adattamento, omologia, atavismo*, eredità abbreviata e simili, sono secondo His dannosi concetti scolastici « la cui applicazione ottunde necessariamente il senso critico e deve produrre per sempre malsani stati scientifici »; egli diffida espressamente i giovani investigatori da « tali inutili impedimenti » (!). Non è possibile contestare la giustezza del trasformismo, della filogenesi che gli è connessa e della legge biogenetica fondamentale che vi è appoggiata, più espressamente di quanto si faccia nella massima parte del citato scritto di His. Ma ciò non l'impedisce in altri punti dello stesso scritto di caricare di elogi al tutto immotivati il fondatore di quella teoria, Carlo Darwin. Là noi apprendiamo con nostra stupefazione che « dalle opere creatrici di Darwin gli occhi ci sono stati aperti sulla nuova formazione di organismi che continuamente avviene in nostra presenza ». Anzi, ancor più! « la teoria della discendenza ha influito potentemente su tutta la nostra scienza ed i nostri pensieri riguardo alla natura organica. Il nostro spirito è stato liberato dai vincoli che lo costringevano da secoli, il nostro orizzonte si è immensamente allargato, la nostra penetrazione del nesso delle cose si è notevolmente accresciuta » (!). Se davvero il signor His parla sul serio quando magnifica in tal guisa il trasformismo, allora spieghi lui come ciò si accordi colla tendenza generale del suo libro! Altri nol potrebbe certamente! O che anche questo doppio discorso appartiene al lodato « rispetto assoluto della *verità* dei fatti »?

L'Antropogenia, quale è presentemente, non è invero nella seconda sua parte, nella *filogenesi* del nostro genere, che un edifizio di *ipotesi.* Ciò però è nella natura stessa dell'oggetto, appunto come nella Geologia. E come l'evoluzione della nostra terra, malgrado il suo carattere ipotetico, vien considerata con ragione come una scienza estremamente interessante ed importante, così noi affermiamo lo stesso della filogenesi del genere umano. Le basi empiriche, o gli « *archivi storici della creazione* », non sono per quest'ultima meno ricche e meno feconde che per la prima. Ciò vale in prima linea per l'*ontogenesi* del nostro corpo, i cui tratti fondamentali sono esposti nella prima parte di questo libro con riguardo alla seconda parte. Lo scopo dell'Antropogenia sarebbe raggiunto se il lettore ne ricavasse la convinzione dell'intimo nesso tra queste due parti della nostra storia dell'evoluzione.

Se per l'*Idea* novissima
che al tuo spirito splende
l'ingiuria oggi degli uomini
sul capo tuo discende,
tal che gli amici fuggano
inorriditi avanti al tuo cammin.

In alto allor lo spirito,
in alto la tua fronte,
e dei sapienti giudici
ridi in tuo cuor dell'onte,
chè allor fra tutte altissima
brilla la stella del tuo genio alfin.

Ma quando a te si appressano
e incominciano a dire:
troppo a costui già fecesi
guerra d'ingiurie e d'ire.....
all'erta! Ciò significa
che già sull'orme tue vanno altri piè.

E se poi ti concedono
la pace e un po' di gloria,
allor finita, o povero
mio vecchio, è la tua storia.
Allor questo significa
che il mondo è omai sapiente al par di te.

David Friedrich Strauss [1].

[1] Traduzione inedita di Domenico Lanza.

NOTE

OSSERVAZIONI E INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

1 (pag. 13). **Antropogenia** (dal greco) = storia dell'evoluzione dell'uomo; da *anthropos* (ἄνθρωπος) = uomo, e *geneà* (γενεά) = storia dello sviluppo. Un termine greco proprio per « storia dello sviluppo » non esiste; in sua vece si adopera sia γενεά (= origine, provenienza) sia γονεία (= produzione). Se si preferisce *goneia* a *genea* si deve scrivere *antropogonia*. Il termine « antropogonia » usato già da Josephus non significa tuttavia che « generazione di uomini ». *Genesis* (γένεσις) significa « origine, sviluppo »; perciò *antropogenesi* = « evoluzione dell'uomo ».

2 (pag. 13). **Embryo** (dal greco) = germe (ἔμβρυον). Propriamente « τὸ ἐντὸς τῆς γαστρὸς βρύον » (Eust.), cioè « il frutto non nato entro il corpo materno » (presso i Romani *foetus*, più esattamente *fetus*). Secondo questo senso primitivo non si dovrebbe mai applicare l'espressione *embryo* che all'organismo giovanile che è ancora « rinchiuso nelle membrane dell'uovo » (cfr. la mia *Generelle Morphologie*, vol. II, pag. 20). Impropriamente però vengono spesso anche chiamati « embrioni » diversi stati giovanili liberamente mobili di animali inferiori (larve, ecc.). La vita embrionale finisce coll'atto del parto.

3 (pag. 14). **Embriologia** (dal greco) = dottrina dell'embrione, da *embryon* (ἔμβρυον) = embrione e *logos* (λόγος) = dottrina. Spessissimo tutta quanta la « storia dell'evoluzione individuale » viene anche oggidì designata malamente col nome di « embriologia ». Infatti secondo il concetto *embryo* (nota 2) non si dovrebbe intendere per *embriologia* od *embriogenia* che la « storia dello sviluppo dell'individuo all'*interno delle membrane dell'uovo* ». Tostochè l'organismo le ha lasciate esso non è più un vero « *embryo* ». Le sue ulteriori modificazioni sono oggetto della *dottrina delle metamorfosi* o *metamorfologia*.

4 (pag. 14). **Ontogenia** (dal greco) = storia del germe o « storia dello sviluppo individuale »; da *onta* (ὄντα) = individui, e *genea* (γενεά) = storia dello sviluppo (cfr. nota 1). L'ontogenia come intera « storia dello sviluppo dell'individuo » comprende tanto l'*embriologia* quanto la metamorfologia (nota 3) (*Gener. Morphol.*, vol. II, pag. 30).

5 (pag. 14). **Filogenia** (dal greco) = *storia dello stipite* o « storia paleontologica dell'evoluzione »; da *phylon* (φῦλον) = stipite, tronco, e *genea* (γενεά) = storia dell'evoluzione. Per *phylon* noi intendiamo sempre il complesso di tutti gli organismi consanguinei che discendono in origine da una stessa forma-stipite. La filogenia comprende la *paleontologia* e la *genealogia*. (*Gener. Morphol.*, vol. II, pag. 305).

6 (pag. 15). **Biogenia** (dal greco) = storia dell'evoluzione degli organismi o dei corpi naturali viventi nel più ampio senso. Storia della formazione organica (*geneà tu biu*). βίος = vita.

7 (pag. 15). **La legge biogenetica fondamentale.** Cfr. la mia *Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen* (*Generelle Morphologie*, 1866, vol. II, pag. 300) (*Thesen von dem Causalnexus der biontischen und der phyletischen Entwickelung*); e inoltre la mia *Philosophie der Kalkschwämme* (*Monographie der Calcispongien*, 1872, vol. I, pag. 471); come pure la mia *Storia della creazione naturale* (8ª ediz., traduz. ital., 1891, pag. 168).

8 (pag. 17). **Palingenesis** (dal greco) = evoluzione originaria, da *palingenesia* (παλιγγενεσία) = rinascimento, rinnovamento dell'antico processo evolutivo. Perciò *palingenia* = storia riassuntiva (da πάλιν = ripetuto e γενεά, storia dello sviluppo).

9 (pag. 17). **Cenogenesis** (dal greco) = evoluzione alterata, da *cenos* (κενός) = estraneo, senza importanza, futile, e *geneà* (γενεά) = storia dello sviluppo. Si può invece di *cenogenia* scrivere anche *caenogenia* e ricavare il concetto da καινός = straniero, nuovo. Cfr. l'ottimo scritto di Gegenbaur sull'*Anatomia ed Ontogenia* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XV, 1889). Le modificazioni della palingenesi che sono introdotte dalla cenogenesi sono alterazioni o falsificazioni, aggiunte estranee al primitivo vero processo di evoluzione. *Cenogenia* = storia delle alterazioni.

10 (pag. 18). **Formola latina della legge biogenetica fondamentale**: « Ontogenesis summarium vel recapitulatio est phylogeneseos, tanto integrius, quanto hereditate palingenesis conservatur, tanto minus integrum, quanto adaptatione cenogenesis introducitur ». Cfr. i miei *Ziele und Wege der heutigen Entwickelungsgeschichte*, Jena 1875, pag. 77.

11 (pag. 20). **Cause efficienti e cause finali.** La filosofia naturale monistica o meccanistica ammette che in tutta la natura, nei processi organici come negli inorganici, esistano esclusivamente cause incoscienti od efficienti, che agiscono *necessariamente* (*causae efficientes, mechanismus, mechanologia*). Per contro la filosofia naturale dualistica o vitalistica afferma che queste ultime agiscono esclusivamente solo nei processi anorganici, mentre negli organici oltre ad esse sono ancora in azione speciali cause finali o coscienti, agenti *in ordine ad uno scopo* (*causae finales, vitalismus, teleologia*) (cfr. la mia *Morfologia generale*, vol. I, pag. 94).

12 (pag. 20). **Monismo e Dualismo.** La *filosofia monastica* o *monismo* non è nè estremamente materialistica, nè estremamente *spiritualistica*, ma appare come una conciliazione e fusione di questi opposti principii comprendendo sempre tutta la natura come un'*unità* e non riconoscendo che cause efficienti. La *filosofia dualistica* invece, o dualismo, ritiene natura e spirito, materia e forza, universo e Dio, natura inorganica ed organica, come esistenze separate, fondamentalmente diverse ed indipendenti (cfr. pag. 616).

13 (pag. 22). **Morfologia e Fisiologia.** La morfologia (o scienza delle forme) e la fisiologia (o scienza delle funzioni degli organismi) sono per vero due scienze strettamente connesse ma *coordinate* e dipendenti l'una dall'altra. Riunite esse formano la *biologia* o « scienza degli organismi ». Ciascuna di esse ha i suoi speciali metodi e la sua tecnica. Cfr. *Morfologia generale*, vol. I, pagg. 17-21, come pure la mia conferenza sopra « l'evoluzione e i compiti della zoologia » (*Raccolta di conferenze popolari*, fasc. II).

14 (pag. 22). **Morfogenia e Fisiogenia.** Fin qui la *Biogenia* o « storia dell'evoluzione degli organismi » era quasi esclusivamente *morfogenia*. Come questa ci ha prima introdotti nella vera conoscenza delle forme organiche, così più tardi la *fisiogenia* dovrà permetterci di veder più addentro nelle funzioni scoprendo la loro evoluzione storica. Essa ha davanti il più fecondo avvenire. Cfr. i miei *Ziele und wege der heutigen Entwickelungsgeschichte*, 1875, pagg. 92-98.

15 (pag. 27). **Aristoteles.** Cinque libri della generazione e dello sviluppo degli animali (in greco: *peri zoòn genèseos* = περὶ ζῴων γενέσεως). In greco e tedesco da Aubert e Wimmer, Lipsia 1860. Cfr. anche Jürgen Bona Meyer, *Aristoteles' Thierkunde* (1855).

16 (pag. 28). **Partenogenesi** = storia della « generazione virginale » od « immacolata concezione » degli invertebrati, specialmente degli artropodi (crostacei, insetti), cfr. Siebold, *Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden*, Lipsia 1871. — Georg Seidlitz, *Die Parthenogenesis und ihr Verhältniss zu den übrigen Zeugungs-Arten im Thierreich*, Lipsia 1872. Nell'uomo, come negli altri vertebrati non avviene mai un' « immacolata concezione ».

17 (pag. 30). **Teoria della preformazione.** Questa teoria in Germania viene chiamata per solito « *teoria dell'evoluzione* » per contrapposto alla *teoria dell'epigenesi*. Siccome però in Inghilterra, Francia ed Italia quest'ultima viene invece chiamata « *teoria dell'evoluzione* » e con ciò « evoluzione » ed « epigenesi » vengono usate come equivalenti appare più conveniente chiamare quella prima *teoria della preformazione*. Recentemente il Kölliker ha a sua volta chiamato « *evoluzionismo* » la sua « teoria della generazione eterogenea » (nota 47).

18 (pag. 23). W. Preyer, 1881, *Die Seele des Kindes. Beobachtungen über die geistige Entwickelung des Menschen in den ersten Lebensjahren* (3ª ediz., 1890) (trad. franc.: *L'âme de l'enfant*; Paris 1887). *Specielle Physiologie des Embryo. — Untersuchungen über die Lebenserscheinungen vor der Geburt*, 1885.

19 (pag. 35). Gli scritti lasciati da Caspar Friedrich Wolff in parte non sono ancora stati pubblicati. Manoscritti giacciono in Petersburg. Rimangono suoi scritti più interessanti la dissertazione dottorale *Theoria generationis* (1759, tradotta più tardi anche in tedesco) e l'esemplare opuscolo *De formatione intestinorum* (sulla formazione del canale intestinale). *Nov. Comment. Acad. Sc. Petropol.*, XII, 1768; XIII, 1769. Trad. in tedesco da Meckel, Halle 1812.

20 (pag. 40). Christian Pander, *Historia metamorphoseos, quam ovum incubatum prioribus quinque diebus subit*, Wirceburgi 1817 (*Dissertatio inauguralis*). — *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Eie*, Würzburg 1817.

21 (pag. 40). Carl Ernst von Baer, *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion*, 2 vol., Königsberg 1828-1837. Oltre a questo lavoro capitale, cfr.: *Nachrichten über Leben und Schriften des Dr.* Carl Ernst von Baer, *mitgetheilt von ihm selbst*, Petersburg 1865.

22 (pag. 44). **Bibliografia ontogenetica**. Indici di essa si trovano nei trattati citati a pag. 40 di Kölliker, Balfour, Hertwig, Hoffmann, Korschelt u. Heider. Sui progressi annuali di essa si devono vedere gli annuarii zoologici e medici (Berlino).

23 (pag. 44). Theodor Schwann, *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen*, Berlin 1839. (Il fondamento più comprensivo della teoria cellulare).

24 (pag. 49). Ernst Haeckel, *Die Gastraea-Theorie, die phylogenetische Classification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter* (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, vol. VIII, 1873, pagg. 1-56). Gli elementi della teoria della gastrea son già contenuti nella *Philosophie der Kalkschwämme* apparsa nel 1872.

25 (pag. 50). Oscar Hertwig und Richard Hertwig, 1881, *Die Coelom-Theorie. Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes*. Cfr. su ciò la 10ª confer. e la bibliografia a pag. 158.

26 (pag. 50). Ernst Haeckel, 1884, *Ursprung und Entwickelung der thierischen Gewebe. Ein histogenetischer Beitrag zur Gastraea-Theorie* (*Phylogenetische und tectogenetische Theorien. Archiblast und Parablast. Die Symbiose der Wirbelthiere, etc.*).

27 (pag. 57). Immanuel Kant, *Kritik der teleologischen Urtheilkraft*, 1790, § 74 e § 79. Cfr. la mia *Storia della creazione naturale*, 8ª ediz., traduz. italiana, pag. 59-62.

28 (pag. 58). Jean Lamarck, *Philosophie zoologique ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux, etc.*; 2 tomes, Paris 1809. Nouvelle édition, revue et précédée d'une *introduction biographique* par Charles Martins, Paris 1873.

29 (pag. 61). Wolfgang Goethe, *Zur Morphologie. Bildung und Umbildung organischer Naturen*. Cfr. sugli studii morfologici di Goethe sopratutto Oscar Schmidt, *Goethe's Verhältniss zu der organischen Naturwissenschaften* (Jena 1853); Rudolph Wirchow, *Goethe als Naturforscher* (Berlin 1861); Helmoltz, *Ueber Goethe's naturwissenschaftliche Arbeiten* (*Popul. wissenschaftl. Vorträge*, Braunschweig 1865); S. Kalischer, *Goethe's Verhältniss zur Naturwissenschaft und seine Bedeutung in derselben*, Berlin 1878.

30 (pag. 66). Sulla vita e gli scritti di Carlo Darwin cfr., oltre gli scritti citati a pag. 64, specialmente Preyer, *Charles Darwin* (*Ausland*, n. 14, 1880); Michele Lessona, 1883, *Carlo Darwin*; Ernst Krause (Carus Sterne), 1886, *Charles Darwin und sein Verhältniss zu Deutschland*. Sull'avo di Darwin cfr. Ernst Krause, *Erasmus Darwin und seine Stellung in der Geschichte der Descendenz-Theorie*, 1880.

31 (pag. 67). Darwin e Wallace hanno avuto indipendentemente il pensiero fondamentale della teoria della selezione. Cfr. Alfred Russel Wallace, *The theory of natural selection*, 1870; *The Darwinism*, 1891 (trad. franc. *La sélection naturelle*, Paris 1872 e *Le Darwinisme*, 1891).

32 (pag. 68). Fra i numerosi scritti di Thomas Huxley, oltre ai già citati nel testo si devono sopratutto rilevare le seguenti opere popolari: *On our knowledge of the causes of the phenomena of*

organic nature, 1863 (trad. franc. di C. Vogt, 1865) e *Lessons in elementary physiology* (trad. franc. *Leçons de Physiologie élémentaire*, 1869); inoltre: *A manual of the anatomy of vertebrate animals* (trad. ital. di Giglioli: *Manuale dell'anatomia dei vertebrati*, 1874).

33 (pag. 68). Gustav Jaeger, *Zoologische Briefe*, Wien 1876. *Lehrbuch der allgemeinen Zoologie*, Stuttgart 1875.

34 (pag. 68). Ernst Haeckel, *Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von* Charles Darwin *reformirte Descendenz-Theorie.* I Band: *Allgemeine Anatomie.* II Band: *Allgemeine Entwickelungsgeschichte*, Berlin 1866 (esaurito).

35 (pag. 69). Ernst Haeckel, 1868, *Natürliche Schöpfungs-Geschichte. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwickelungslehre im Allgemeinen und diejenige von* Darwin, Goethe *und* Lamarck *im Besonderen.* Con 20 tavole, numerose incisioni e tabelle sistematiche. 8ª ediz., 1889. Traduz. ital. di Rosa: *Storia della creazione naturale*, Unione Tipogr.-Editrice, Torino 1892.

36 (pag. 69). Charles Darwin, *The descent of man and selection in relation to sex;* 2 vol., London 1871. Traduz. ital. di Michele Lessona: *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto col sesso*, Torino 1882.

37 (pag. 72). Carl Gegenbaur, *Grundzüge der vergleichenden Anatomie*, 1859 (2ª ediz., 1870). *Grundriss der vergleichenden Anatomie*, 1874 (2ª ediz., 1878). Traduz. ital. di Emery, *Manuale di Anatomia comparata*, Napoli 1882. Inoltre: *Morphologisches Jahrbuch*, vol. I-XVII, 1876-1891.

38 (pag. 74). **Teoria della migrazione.** Moritz Wagner, *Die Darwin'sche Theorie und das Migrations-Gesetz der Organismen*, Leipzig 1868. *Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung*, 1889. — August Weismann, *Ueber den Einfluss der Isolirung auf der Artenbildung*, Leipzig 1871.

39 (pag. 75). Carus Sterne, *Werden und Vergehen. Eine Entwickelungsgeschichte der Naturganzen in gemeinverständlicher Fassung*, Berlin 1876 (3ª ediz., 1886). — Louis Agassiz, *Ein « Gründer » in der Naturwissenschaft* (*Gegenwart*, Berlin 1876).

40 (pag. 75). Ernst Haeckel, *Die Kalkschwämme* (*Calcispongien oder Grantien*). *Eine Monographie und ein Versuch zur analytischen Lösung des Problems von der Entstehung der Arten.* I Band: *Biologie der Kalkschwämme.* II Band: *System der Kalkschwämme.* III Band: *Atlas der Kalkschwämme* (con 60 tavole), Berlin 1872.

41 (pag. 80). Sull'**individualità** delle cellule e le recenti riforme della teoria cellulare cfr. la mia teoria dell'individualità o tectologia (*Gener. Morphol.*, vol. I, pagg. 232-274). Rudolph Virchow, *Cellularpathologie*, 4ª ediz., Berlin 1871.

42 (pag. 85). *Die Plastiden-Theorie und die Zellen-Theorie* (*Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch.*, 1870, vol. V, pag. 492. Cfr. la bibliografia a pag. 78.

43 (pag. 94). Gegenbaur, *Ueber den Bau und die Entwickelung der Wirbelthier-Eier mit partieller Dottertheilung* (*Archiv für Anat. und Physiol.*, 1861, pag. 491). — Edouard Van Beneden, 1870, *Recherches sur la composition et la signification de l'œuf.*

44 (pag. 94). Ernst Haeckel, *Ueber Arbeitstheilung in Natur und Menschenleben. Virchow-Holtzendorff's Sammlung von Vorträgen*, 1862, Heft 79, 2ª ediz.

45 (pagg. 92, 574). **Monogonia.** (*Generatio neutralis*). Sulle diverse forme di riproduzione asessuale (schizogonia, sporogonia, ecc.) cfr. la mia *Gener. Morphol.*, vol. II, pagg. 36-58.

46 (pag. 574). **Anfigonia.** (*Generatio sexualis*). Sulle diverse forme di riproduzione sessuale (ermafrodismo, gonocorismo, ecc.) cfr. la mia *Gener. Morphol.*, vol. II, pagg. 58-69.

47 (pag. 97). **Evoluzione saltuaria e graduata.** La teoria dell'evoluzione saltuaria fu recentemente sviluppata sopratutto dal Kölliker che la contrappone come « *generazione eterogenea* » alla « evoluzione graduata » da noi sostenuta (*Zeitschr. f. wissens. Zool.*, vol. XIV, 1864, pag. 181, ed *Alcyonarien*, 1872, pag. 384-415). Questa teoria si distingue per ciò che essa per la « produzione saltuaria delle specie » non ammette che *cause interne affatto ignote*, una cosidetta grande legge

d'evoluzione » (di fatto una parola vuota!). Per contro noi vediamo con Darwin nei fatti dell'*eredità ed adattamento cause fisiologiche sufficientemente conosciute* (parte interne, parte esterne) che, sotto l'influenza della lotta per la vita, ci spiegano meccanicamente la graduale formazione delle specie.

48 (pag. 98). **L'immacolata concezione** non si ha mai nel tipo dei vertebrati. Il celebre « dogma dell'immacolata concezione di Maria Vergine » che ha tanta importanza nella moderna storia civile ed al quale credono tante persone « colte » è come il « dogma dell'infallibilità papale » un impudente insulto alla ragione umana. Per contro la partenogenesi occorre frequentemente negli artropodi (nota 16).

49 (pag. 98). **Fecondazione dei fiori per mezzo degli insetti.** Carlo Darwin, *The various countrivances by which orchids are fertilisated by insects* (traduz. ital. di Canestrini e Moschen: *I diversi apparecchi col mezzo dei quali le orchidee vengono fecondate dagli insetti*, Torino 1883). — Hermann Müller, *Die Befructung der Blumen durch Insecten und die gegenseitigen Anpassungen Beider. Ein Beitrag zur Erkenntniss des ursächlichen Zusammenhanges in der organischen Natur*, Leipzig 1873.

50 (pag. 110). **Il processo della fecondazione** nell'uomo è stato molto variamente inteso e persino oggidì viene spesso considerato come un processo affatto misterioso od anche come un miracolo sopranaturale. Difatti esso *non* è più « meraviglioso o sopranaturale » del processo della digestione, del movimento muscolare o di qualsiasi altra funzione fisiologica. Sulle antiche idee cfr. Leuckart, articolo *Zeugung* nell'*Handwörterbuch der Physiologie*, di R. Wagner, 1850.

51 (pag. 107). **La psicologia e la fecondazione.** L'affinità delle due sorta di cellule sessuali (gonidii), le quali nel processo della fecondazione si confondono, può venir designata dalla fisiologia come *chemotropismo;* a base di questo stanno però funzioni sensitive (erotiche) dell'anima cellulare, le quali hanno per la psicologia monistica generale la massima importanza. Cfr. nota 195.

52 (pag. 108). **Il plasson della citula** può, considerato morfologicamente, apparire come una sostanza omogenea e priva di struttura, come quella delle monere. Con ciò non sta in contraddizione che noi attribuiamo ipoteticamente ai *plastiduli* e alle « molecole di plasson » una struttura molecolare molto complessa; questa sarà tanto più complicata quanto più è elevato l'organismo che si produce dalla citula, e perciò la serie degli antenati di esso è tanto più lunga, quanto più sono numerosi i precedenti processi di eredità e di adattamento.

53 (pag. 110). **La cellula-stipite o citula**, come fondamento unicellulare dell'organismo filiale che si va costruendo, non può essere giustamente apprezzata in tutta la sua fondamentale importanza se non quando si tiene uguale calcolo delle *due* cellule generatrici che la compongono.

54 (pag. 108). **Dell'organismo unicellulare dell'embrione** non si può comprendere rettamente l'importanza morfologica e fisiologica senza una adatta comparazione approfondita coll'*organismo-stipite unicellulare* dei protozoi. Cfr. i miei *Studien über Moneren und andere Protisten*, 1870.

55 (pag. 113). **Protozoi e Metazoi.** Come nel regno vegetale gli unicellulari *protofiti* ed i *metafiti* formanti tessuti, così nel regno animale i *protozoi* ed i *metazoi* devono venir fondamentalmente distinti (cfr. gli *Studien zur Gastraea-Theorie*, 1873, pag. 12; come pure la XVII Conferenza della mia *Storia della creazione naturale*, 8ª ediz., traduz. ital., pag. 22).

56 (pag. 113). L'**unità** del concetto zoogenetico introdotto dalla *teoria della gastrea* non è stata finora scossa dai numerosi attacchi diretti contro quest'ultima, poichè nessuno di questi ha potuto mettere al suo posto qualche cosa di positivo; ora con mere negazioni non si può su questo difficile campo ottenere alcun progresso.

57 (pag. 114). **Solcatura e gastrulazione dei mammiferi.** Cfr. i recenti lavori citati a pagg. 132 e 149, specialmente Selenka, Kupffer e Van Beneden.

58 (pag. 114). Ernst Haeckel, « *Arabische Korallen* ». *Ein Ausflug nach den Korallenbänken des Rothen Meeres und ein Blick in das Leben der Korallenthiere. Populäre Vorträge mit wissenschaftlichen Erläuterunger.* Con 6 tavole cromolitografiche e 20 incisioni, Berlino 1876.

59 (pag. 115). **Il numero dei blastomeri** o cellule di segmentazione nella gastrulazione primitiva, nella forma pura di segmentazione palingenetica cresce in progressione geometrica. Tuttavia questa in diversi animali archiblastici progredisce fino ad una diversa altezza, cosicchè dunque la morula, e così pure la blastula, consiste ora di 32, ora di 64, ora di 128 o più cellule.

60 (pag. 115). **Germe moriforme o morula.** Le cellule di segmentazione che compongono la morula dopo compiuta la segmentazione palingenetica appaiono per solito interamente omogenee, senza differenza *morfologica* di grandezza, forma e composizione. Ciò tuttavia non esclude che esse già durante la segmentazione non si distinguano e si differenzino *fisiologicamente* in cellule animali e vegetative, come lo accennano le figg. 2 e 3 della tav. II.

61 (pag. 116). **La vescica embrionale o « vescica blastodermica » degli animali inferiori** (blastula o *blastosphaera*) non si deve confondere colla « vescica embrionale » o « vescica blastodermica » dei mammiferi che vien più convenientemente detta *gastrocisti* o *blastocisti*. Questa *cenogenetica* gastrocisti e quella *palingenetica* blastula vengono spesso confuse al tutto erroneamente sotto il nome di « vescicola blastodermica ». Cfr. pag. 205.

62 (pag. 116). **Il concetto di gastrula** fu da me stabilito per la prima volta nel 1872 nella mia *Monographie der Kalkschwämme* (vol. I, pagg. 333, 345, 466). Fin d'allora io ho insistito « sulla straordinaria importanza che ha la gastrula per la filogenesi generale del regno animale » (l. c., pag. 333). « Il fatto che questa forma larvale si ripresenta nei più diversi tipi animali non si può, a mia opinione, apprezzare quanto basti, e dà chiara testimonianza dell'antica origine comune di essi tutti della gastrea » (pag. 345).

63 (pag. 118). **La forma fondamentale uniasse o monaxonia** della gastrula palingenetica, in ragione della differenza fra i due poli dell'asse si dovrebbe più esattamente chiamare forma monaxonia *inequipolare* od *allopola* (forma fondamentale stereometrica: cono; *forma conoide*). Cfr. la mia *Promorfologia* (*Gen. Morphol.*, vol. I, pag. 426).

64 (pag. 118). **Intestino primitivo e bocca primitiva.** La mia distinzione di intestino primitivo e bocca primitiva (*progaster* e *prostoma*), in opposizione alla bocca ed intestino posteriori, permanenti (*metagaster* e *metastoma*) è stata ripetutamente attaccata; essa però è tanto giustificata come la distinzione tra reni primitivi e reni permanenti. L'intestino primitivo non forma che una parte dell'intestino permanente e la bocca primitiva negli animali superiori non diviene la bocca permanente (cfr. pagg. 231, 530).

65 (pag. 118). **Numero e valore dei foglietti germinativi.** Cfr. le tabelle VII e VIII, pagg. 175, 176.

66 (pag. 134). **Gastrulazione degli anfibii.** Cfr. gli scritti citati a pagg. 132, 158 di HERTWIG, RABL, GOETHE, REMAK, ecc.

67 (pag. 134). **La colorazione delle uova degli anfibii** è determinata dall'accumulamento di materia colorante scura al polo animale dell'uovo. In seguito ad essa, le cellule animali dell'esoderma appaiono qui più scure che le cellule vegetative dell'entoderma. Nel più degli animali avviene l'opposto essendo il protoplasma delle cellule entodermiche per solito più torbido e grossolanamente granuloso.

68 (pag. 137). **Anfigastrula degli anfibii.** Cfr. ROBERT REMAK, *Ueber die Entwickelung der Batrachier*, pagina 126, tavola XII, figg. 3-7. — STRICKER, *Handbuch der Gewebelehre*, volume II, pagg. 1195-1202, figg. 399-402. — GOETHE, *Entwickelungsgeschichte der Unke*, pagina 145, tav. II, figg. 32-35. — HERTWIG, *Das mittlere Keimblatt der Amphibien*, pag. 8, tav. II.

69 (pag. 152). **Epigastrula dei mammiferi.** EDOUARD van BENEDEN, *La maturation de l'œuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire des mammifères, d'après des recherches faites sur le lapin*, 1875; *Chiroptères*, 1880. *Archives de biologie*, vol. I e IV. — SELENKA, *Studien über Entwickelungsgeschichte der Säugethiere*, 1883-1887. — CARL RABL, 1888, *Morphol. Jahrb.*, vol. XV, pagg. 140, 165.

70 (pag. 139). **Discogastrula dei teleostei.** VAN BAMBEKE, *Recherches sur l'embryologie des poissons osseux*, Bruxelles 1875. — KINGSLEY and COHN, 1883, *Embryology of the Teleosts*. — A. AGASSIZ and C. O. WHITMAN, 1885, *The development of osseous fishes*. — M' INTOSH, 1890, *Development and life histories of fishes*.

71 (pag. 142). **Cellule vitelline nel vitello di nutrizione.** Gli elementi morfologici simili a cellule che si trovano in gran numero ed in molteplici forme nel vitello nutritivo degli uccelli e dei rettili come del più dei pesci son tutt'altro che vere cellule come hanno affermato HIS ed altri.

Le vere cellule che si trovano *dopo la segmentazione* nel vitello nutritivo di quegli animali meroblastici sono cellule di segmentazione immigrate (*merociti*, fig. 384).

72 (pag. 144). **Ovocellula degli uccelli.** Malgrado il colossale vitello nutritivo il metovo degli uccelli e dei rettili conserva il valore morfologico di una sola cellula. Per vero qui il minuto protoplasma attivo della cicatricola la cede interamente, quanto a volume, all'enorme massa delle sfere vitelline gialle. Queste uova di uccelli sono assolutamente le più grandi cellule del corpo animale. Cfr. Edouard van Beneden, *Recherches sur la composition et la signification de l'œuf*, Bruxelles 1870. — Hubert Ludwig, *Ueber die Eibildung im Thierreiche*, Würzburg 1874.

73 (pag. 145). **Morula degli uccelli.** I blastomeri della maggior parte degli animali discoblastici cominciano già di buon'ora nel corso della gastrulazione a differenziarsi.

74 (pag. 147). **Discogastrula dei rettili.** Cfr. K. F. Wenckebach, *Der Gastrulation-Process bei Lacerta agilis* (*Anat. Anz.*, 1891, n. 2). (Con ottime osservazioni generali).

75 (pag. 155). **Gastrula vescicolare degli artropodi.** Sul ricondurre *tutte* le forme di gastrulazione (anche della cosidetta « *delaminazione* ») alla forma primitiva, palingenetica cfr. sopratutto la chiara esposizione critica di Arnold Lang, *Lehrb. der vergl. Anatomie*, 1888, Heft I, pagg. 115-131.

76 (pag. 161). **Storia della teoria dei foglietti.** Cfr. il VII capitolo dell'Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte*, pagg. 124-137.

77 (pag. 127). **Le quattro forme capitali di gastrulazione** che nella tav. II e III come pure nella 3ª e 5ª tabella (pagg. 178, 179) appaiono schematicamente isolate sono naturalmente riunite da molte forme intermedie di transizione.

78 (pag. 127). **La gastrulazione delle diverse classi animali** è lungi dall'essere sufficientemente studiata per poter avere un concetto della distribuzione delle sue diverse forme nelle singole classi. Tuttavia è già chiaro sin d'ora che la gastrulazione *primordiale* si trova preferibilmente nelle forme *infime* di tutti i tipi.

79 (pag. 129). **I primi gradi embriogenetici.** Cfr. Korschelt und Heider, *Lehrbuch der vergleichenden Entwickelungsgeschichte der wirbellosen Thiere*, 1890.

80 (pag. 130). **Il ritmo della segmentazione dell'uovo** non è affatto così generalmente regolare come potrebbe apparire dai quattro primi esempi della quinta tabella. Piuttosto si trovano dovunque molteplici aberrazioni.

81 (pag. 184). **Tipi e phyla.** Secondo l'antica « teoria dei tipi » i tipi del regno animale sono tronchi *paralleli* ed interamente indipendenti, invece secondo la mia « teoria della gastrea » essi sono *divergenti* e connessi alla radice.

82 (pag. 184). **Dodici tipi del regno animale.** Cfr. l'8ª ediz. della mia *Storia della creazione naturale*, confer. XVIII e XX.

83 (pag. 184). **L'unicellularità dei protozoi** vieta ogni comparazione morfologica coi metazoi. Cfr. il mio scritto: *Zur Morphologie der Infusorien*, *Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, 1873, vol. VII, pagg. 516-568.

84 (pag. 187). **Assi della forma fondamentale dei vertebrati.** Cfr. la mia *Promorfologia* o dottrina delle forme fondamentali (stereometria degli organismi). *Gener. Morphol.*, vol. I, pagg. 374-574. Forme fondamentali pari (*dipleura*) pag. 519 « forme bilateralmente simmetriche » nel quarto senso di questa parola!

85 (pagg. 186, 189). **Il prototipo del vertebrato** come lo presentano le figg. 95-99 è uno *schema* o *diagramma* ipotetico che è bensì costrutto fondamentalmente sulla traccia dell'*Amphioxus*, ma non senza riguardo da un lato all'anatomia comparata ed ontogenesi delle ascidie ed appendicolarie e dall'altro a quelle dei ciclostomi e selaci. Questo schema è tutt'altro che un' « immagine esatta », è solo una prima base per la ricostruzione ipotetica dell'ignota forma stipite dei vertebrati estinta da gran tempo, un « *archetipo* » ideale.

86 (pag. 188). **Organi di senso dei provertebrati.** Sulle sensille dei provertebrati non si possono stabilire che supposizioni incertissime, poichè questi organi sono più degli altri soggetti all'adattamento ed inoltre nelle ascidie, come nell'*Amphioxus*, sono presumibilmente molto regressi.

Verosimilmente i più antichi cordonii avevano già ereditato dagli *elminti* un paio di occhi ed un paio di vescicole uditive.

87 (pag. 188). **Occhio apicale**, occhio pineale impari dell'*epiphisis*. — SPENCER, 1886, *The pineal eye in Lacertilia*. — FRANZ LEYDIG, 1889, *Das Parietal-Auge* (*Biolog. Centralbl.*).

88 (pag. 188). **La pericorda** (la vera « guaina esterna della corda ») non si deve confondere col *cordolemma* (il cuticulare « involglio interno della corda »). Cfr. pag. 508.

89 (pag. 195). **Le gonadi segmentali** degli acranii (tasche primitive degli iposomiti) hanno grande importanza filogenetica (cfr. pagg. 578 e 598).

90 (pag. 196). **La cordula**, una delle più importanti forme embrionali *palingenetiche* dei vertebrati, è prova decisiva della loro origine da procordonii inarticolati.

91 (pagg. 199-202). **Il piatto disco germinativo degli uccelli** che ancora oggidì per molti embriologi costituisce il primo punto di partenza della formazione dell'embrione ed al quale si sono riferite tutte le altre forme embrionali è, appunto all'opposto, una posteriore e modificatissima forma embrionale nata dal graduale espandersi della gastrula sul vitello nutritivo enormemente cresciuto.

92 (pag. 204). **Sito della fecondazione.** Nell'uomo come negli altri mammiferi probabilmente la fecondazione delle uova avviene per solito nell'*ovidotto;* qui le uova, che per la deiscenza dei follicoli di Graaf sono uscite fuori dell'ovario femmineo e sono entrate nell'interno sbocco dell'ovidotto, e le mobili cellule spermatiche del seme maschile, che nella fecondazione sono entrate nell'utero e di qui sono immigrate nello sbocco esterno dell'ovidotto, vengono ad incontrarsi. Raramente la fecondazione avviene già all'esterno sull'ovario o solo internamente nell'utero.

93 (pag. 205). **La muta dell'epigastrula** nei mammiferi, la surrogazione del caduco ectoderma primario per opera del permanente ectoderma secondario, ha molte analogie nell'ontogenesi di animali inferiori, ma è diventata una sorgente di deplorevole confusione.

94 (pag. 208). **Lo scudo embrionale** (*embryaspis*) negli amnioti è dapprima un puro « scudo dorsale » (*notaspis*); quando più tardi si sviluppa il setto frontale fra l'episoma e l'iposoma lo scudo dorsale si contrappone come « zona rachidea » all'iposoma (« zona parietale » e sacco vitellino).

95 (pag. 175). **Parete somatica e parete intestinale** (*somatopleura* e *splancnopleura*). L'opposizione morfologica fra la parete del corpo e la parete dell'intestino è antichissima e si può ricondurre sino ai semplici foglietti germinativi primarii della gastrea.

96 (pagg. 212 e 260). **Embriogenesi palingenetica e cenogenetica.** L'antica embriologia dei vertebrati non potè giungere a comprendere chiaramente i processi embriologici perchè il più degli autori partirono dagli animali superiori (generalmente dal pulcino) e considerarono il loro modo di formarsi come il primitivo e normale. Solo dopo che coll'ontogenesi dell'*amphioxus* abbiamo appreso a conoscere la forma *palingenetica*, veramente primitiva, dell'embriogenesi dei vertebrati noi dell'*ontogenenia comparata* fummo messi in grado di comprendere rettamente le forme embrionali *cenogenetiche* dei vertebrati superiori e di interpretarle *filogeneticamente*.

97 (pag. 233). **Gli schemi** (o diagrammi) delle tavole IV e V sono scelti il più possibile semplici ed astratti per facilitare il più possibile l'intelligenza generale che si aveva in vista.

98 (pagg. 239 e 254). **Vertebrati ed articolati**. Cfr. la XX confer., pag. 365.

99 (pag. 148). VICTOR HENSEN, 1876, *Beobachtungen über die Befruchtung und Entwickelung des Kaninchens und Meerschweinchens*.

100 (pagg. 255, 256). **La rassomiglianza degli embrioni degli amnioti** è sopratutto istruttiva per ciò che essa ci insegna come per diversa evoluzione da una stessa forma possano prodursi le forme più diverse. Come noi ciò per le forme embrionali lo vediamo di fatto, così noi dobbiamo ammettere ipoteticamente la stessa cosa per le forme filogenetiche. Del resto quella corrispondenza non è mai una vera identità, ma solo una grandissima rassomiglianza. Veramente identici non sono nemmeno gli embrioni dei diversi individui di una stessa specie (cfr. su ciò la mia chiusa apologetica, pag. 623).

101 (pag. 260). **La legge del nesso ontogenetico** fra le forme animali sistematicamente affini soffre apparentemente molte eccezioni. Queste però si spiegano interamente coll'adattamento

cenogenetico dell'embrione a speciali condizioni di esistenza embrionale. Dove la forma palingenetica dello sviluppo dell'embrione viene fedelmente trasmessa, colà quella legge rientra immediatamente in vigore.

102 (pag. 261). **Giovanissimi embrioni umani.** Cfr. ALEXANDER ECKER, *Icones physiologicae*, Lipsia 1859, tav. XXV-XXXI; inoltre: WILHELM HIS, *Anatomie menschlicher Embryonen*, 1880.

103 (pag. 261). **Embrioni umani di tre settimane** (20-21 giorni) corrispondono pressapoco pel complesso della loro struttura corporea allo stadio evolutivo filogenetico dei ciclostomi (cfr. pag. 384).

104 (pag. 262). **Embrioni umani di quattro settimane** (25-30 giorni) corrispondono pressapoco pel complesso della loro struttura corporea allo stadio evolutivo filogenetico dei selaci (cfr. pag. 388).

105 (pag. 264). **Il naso dei nasichi** è molto più differente da quello delle altre scimmie che da quello dell'uomo. Del resto la straordinaria multiformità e variabilità della forma esterna del naso umano mostra già quanto sia piccolo il valore morfologico di quest'organo che è così importante per la fisonomia.

106 (pag. 272). **Conformazione cenogenetica del cuore degli amnioti** (cfr. la confer. XXVIII, pag. 566).

107 (pag. 278). **Il cordone ombelicale** (*funiculus umbilicalis*) è come la placenta un organo che l'uomo condivide esclusivamente coi placentali. Cfr. la conferenza XXIII, pag. 426-433 e figg. 278, 279. Sulla minuta fabbrica di quest'organo e sugli speciali rapporti della circolazione embrionale cfr. gli scritti citati a pag. 258.

108 (pag. 260, 444). **Cenogenesi dell'uomo.** Interpretando filogeneticamente i singoli processi e stadii dell'embriogenesi umana e spiegandoli col riferirli a corrispondenti processi e stadii della filogenesi dei nostri antenati animali noi dobbiamo sempre tener presente che nell'uomo, come in tutti gli animali superiori, il corso primitivo, palingenetico, dell'embriogenesi è stato molto modificato cenogeneticamente da molteplici adattamenti e condizioni della vita embrionale, e da questi falsato e contratto. Quanto più alto si eleva l'organismo tanto più appunto i primi stadii evolutivi vengono abbreviati.

109 (pag. 444). **Gli stadii della filogenesi umana** dei quali qui non sono riuniti in quadro riassuntivo che i dieci più importanti, dovranno per i progressi dell'ontogenesi ed anatomia comparata subire in avvenire una molto maggiore suddivisione.

110 (pag. 445). **Gli stadii dell'ontogenesi umana** dei quali avuto riguardo al suo significato filogenetico non sono qui citati che dieci gradi con un più minuto esame ontogenetico-*comparativo* si possono moltiplicare molto più. Tenendo giusto conto degli spostamenti cenogenetici di luogo e di tempo (pag. 18) essi si possono anche molto bene interpretare filogeneticamente.

111 (pag. 282). **Legge dell'eredità abbreviata.** Su quest'importantissima legge cfr. la mia *Generelle Morphologie*, 1860, vol. II, pag. 184; *Storia della Creazione naturale*, VIIIª edizione, pag. 113 della traduzione italiana.

112 (pag. 284). **I metodi della filogenesi** hanno lo stesso valore logico che i metodi generalmente riconosciuti della geologia e possono perciò pretendere allo stesso valore scientifico. Cfr. gli ottimi discorsi di EDOUARD STRASBURGER, *Ueber die Bedeutung phylogenetischer Methoden für die Erforschung lebender Wesen*, 1874, e di ARNOLD LANG, *Mittel und Wege phylogenetischer Erkenntniss*, 1887.

113 (pagg. 285 e 286). **Le specie del genere Amphioxus**, per quanto sinora se ne sa, si distinguono sopratutto pel numero dei metameri o segmenti del corpo (miotomi):

I.	*A. lanceolatus*,	con 60-62 metameri:	Coste europee (mare del Nord, Mediterraneo).
II.	*A. Belcheri*,	con 64-65 metameri:	Arcipelago sondaico (Giava, Borneo).
III.	*A. bassanus*,	con 75-76 metameri:	Australia meridionale (stretto di Bass), Tasmania.
IV.	*A. elongatus*,	con 79-80 metameri:	Costa occidentale del Sud-America (Perù).
V.	*A. caribaeus*,	con 58-60 metameri:	Costa orient. del Sud-America (Brasile ed Antille).
VI.	*A. cultellus*,	con 50-52 metameri:	Costa orientale dell'Australia (Moreton-Bai).

Quest'ultima specie si distingue dalle cinque rimanenti non solo pel minor numero di metameri, ma anche per la forma più compressa, la mancanza di pinna anale, la posizione mediana dell'ano e fors'anche per interne particolarità; essa è perciò stata considerata dal PETERS come rappresentante

di un nuovo genere: Epigonichthys cultellus (*Monatsber. der Berlin. Akademie*, 12 giugno 1876) cfr. anche RAY-LANKESTER, *Spolia maris*, 1889.

114 (pag. 285). **Bibliografia dell'Amphioxus**, cfr. pagg. 280, 304; specialmente RAY-LANKESTER, *Spolia maris*, 1889.

115 (pag. 285). **Acranii e cranioti.** La logica divisione dei vertebrati in acranii e cranioti, quale io la proposi per la prima volta (1886) nella *Generelle Morphologie* mi sembra essere *indispensabile* per l'intelligenza *filogenetica* del tipo dei vertebrati. Ciò malgrado anche oggidì molti Trattati collocano l'*Amphioxus* fra i pesci.

116 (pag. 293). **L'ontogenesi dei mixinoidi** che promette importantissimi dati è disgraziatamente ancora affatto ignota. — CARL KUPFFER, 1890, *Die Entwickelung van Petromyzon Planeri* (*Archiv für mikrosk. Anat.*, 35° vol.).

117 (pag. 294). SAVIGNY, *Mémoire sur les animaux sans vertèbres*, vol. II, *Ascidies*, 1816. — P. D. van BENEDEN, 1846, *Recherches sur les Ascidies simples*. — GIARD, *Recherches sur les Synascidies* (*Archives de zoologie expérimentale*, vol. I, 1872).

118 (pag. 294). **La cavità del mantello** (« Cavità peribranchiale ») dei tunicati ed acranii è solo omologa fino ad un certo grado (cfr. pagg. 315 e 320); essa manca ai copelati adulti (pag. 230) come pure alle larve dell'*Amphioxus* (pag. 226).

119 (pagg. 294, 320, 555). **Il mantello dei tunicati** è dal lato istologico (come « invoglio mesenchimale esterno ») altrettanto rimarchevole come dal lato chimico (cfr. pag. 555).

120 (pag. 315). **La metameria dell'Amphioxus** che appare nel suo sistema muscolare solo dallo stadio di cordula, dimostra indubbiamente che la semplice corda dei vertebrati esisteva già prima della loro *metameria* e che perciò è stata ereditata dagli inarticolati procordoni.

121 (pag. 321). **Sull'importanza filogenetica dell'Amphioxus** non si potrà mai abbastanza insistere; senza la conoscenza della sua anatomia ed ontogenia l'origine dei vertebrati ci sarebbe un perfetto mistero e la loro derivazione dagli elminti ci apparirebbe incredibile.

122 (pag. 317). **Fecondazione delle ascidie** (*Phallusia mammillata*). EDOUARD STRASBURGER, *Ueber Zellbildung und Zelltheilung, nebst Untersuchungen über Befruchtung*, 2ª ediz., Jena 1876, pag. 306, tav. VIII.

123 (pag. 320). C. KUPFFER, *Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren* (*Arch. für mikroskop. Anat.*, 1890, vol. VI, pagg. 115-170). — OSCAR HERTWIG, *Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung des Cellulose-Mantels der Tunikaten*. — RICHARD HERTWIG, *Beiträge zur Kenntniss des Baues der Ascidien* (*Jenaische Zeitschrift für Naturw.*, 1873, vol. VII).

124 (pag. 317). **Metamorfosi dell'Amphioxus.** Cfr. gli scritti citati a pagg. 280 e 304.

125 (pag. 298). **La genealogia ontogenetica cellulare** dell'*Amphioxus* per ciò che riguarda le contingenze più importanti vale anche per tutti i vertebrati e perciò pure per l'uomo; infatti fra essi tutti l'*Amphioxus* ci ha il più fedelmente conservato sino ad oggi con tenace eredità la palingenesi.

126 (pag. 326). MILNE-EDWARDS, *Leçons sur la physiologie comparée*, vol. IX.

127 (pagg. 327 e 342). *Teoria del conoscimento.* — HERBERT SPENCER, *Sistema di filosofia sintetica*,

128 (pag. 334). BERNHARD COTTA, *Geologie der Gegenwart*, 1886, 4ª edizione, 1874 e CARL ZITTEL, *Aus der Urzeit*, München 1875, 2ª ediz. Hanno ottime osservazioni sulla cronologia e sul corso della storia organica della terra.

129 (pag. 336). AUGUST SCHLEICHER, *Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft*, Weimar 1863, 2ª ediz. 1873.

130 (pag. 338). La maggior parte delle ipotesi *polifiletiche* sembrano a prima vista più semplici e facili delle *monofiletiche*, ma quanto più vi si pensa sempre maggiori sono le difficoltà che esse presentano.

131 (pag. 338). I *fisiologi* che pretendono una conferma *sperimentale* della teoria della discendenza non dimostrano altro che la loro deplorevole ignoranza dei relativi dominii morfologici e storici.

132 (pag. 341). **Generazione spontanea**. *Generelle Morphologie*, vol. I, pagg. 167-190. *Die Moneren und die Urzeugung: Jenaische Zeitschr. für Naturwiss.*, 1891, vol. VI, pag. 37-42. — Inoltre cfr. NAEGELI, loc. cit.

133 (pag. 342). **Organismi ed anorgani.** *Gener. Morph.*, vol. I, pagg. 109-190. — *Storia della creazione*, 15ª conferenza.

134 (pag. 345). **Induzione e deduzione** nell'antropogenesi. *Gener. Morphol.*, vol. I, pag. 79-88; vol. II, pag. 427. — *Storia della creazione naturale*, pagg. 52, 489 della traduz. italiana.

135 (pag. 348). **Antenati animali dell'uomo.** Il numero delle specie (o più esattamente dei gradi di forma che si usa distinguere come « specie ») nella serie degli antenati umani (nel corso di milioni d'anni) sarà probabilmente salito a migliaia, il numero dei *generi* a centinaia.

136 (pag. 350). Chiamiamo *plastidule* le attive molecole di plasson. Cfr. il mio scritto *Perigenesis der Plastidule oder Wellenzeugung der Lebenstheilchen. — Ein Versuch zur mechanischen Erklärung der elementaren Entwickelungs-Vorgänge*, Berlin 1876 (*Ges. Populäre Vortr.* II Heft, 1879).

137 (pag. 357). **Gli organismi a sfera cava** (*blasteadi*) possono tanto nel regno vegetale come nel regno animale venir considerati come forme di transizione intermedie fra gli unicellulari *protisti* e gli *istoni* formati da tessuti.

138 (pag. 351). **L'importanza della filosofica delle monere** per la spiegazione dei più oscuri problemi biologici non può essere troppo apprezzata. *Monographie der Moneren*. (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, vol. IV, 1868, pag. 64).

139 (pag. 352). **L'intelligenza filosofica** del vero essere e della importanza storica dell'ovocellula non può essere acquistata che quando questa venga giudicata filogeneticamente.

140 (pag. 354). **Policittari** (cenobii di spumellarie). Cfr. la mia *Monographie der Radiolarien*, 4 parti (1862-1887).

141 (pag. 355). **Die Catallacten**, *Eine neue Protisten-Gruppe* (*Magosphaera planula*). *Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, vol. VI, 1871.

142 (pag. 358). **Haliphysema und Gastrophysema, Gastreaden der Gegenwart** (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, 1876, vol. XL, pag. 1, tav. I-VI. — Cfr. il mio *Report on the Deep-Sea Ceratosa of H. M. S. Challenger*, London 1889, pagg. 26, 88, pl. VIII.

143 (pagg. 360, 575). **Ermafrodismo e unisessualismo.** Sulle relazioni e sulle modificazioni delle diverse forme di ermafrodismo e gonocorismo. Cfr. *Gener. Morphologie*, vol. II, pag. 58-71.

144 (pag. 370). **Phylum degli istonagi.** La provvisoria riunione dei *blasteadi* e *gastreadi* nel gruppo degli « animali-stipiti » non mira qui che a rilevare la loro alta importanza quali forme-stipiti più antiche di tutti i metazoi (progenitori degli istoni).

145 (pag. 373). **Phylum degli elminti.** La qui tentata limitazione della multiforme « cerchia dei vermi » rende possibile una determinata definizione ed un ordinamento filogenetico di essi.

146 (pag. 385). **Archicranii e ciclostomi.** Sebbene i moderni ciclostomi appaiano per molti riguardi regrediti ed atrofizzati in seguito al loro modo di vita essi sono tuttavia i soli cranioti viventi che ci possano dare un'idea approssimativa della struttura degli estinti « procranioti », degli ipotetici « archicranii ».

147 (pag. 385). **Metamorfosi delle lamprede.** Che i ciechi *Ammocaetes* si trasformino in *Petromyzon* lo sapeva già duecento anni fa (1666) il pescatore strassburghese Leonhard Baldner; tuttavia la sua osservazione rimase ignorata, e solo nell'anno 1854 questa metamorfosi fu di nuovo scoperta da Augusto Müller (*Arch. für Anat.*, 1886, pag. 325). — Cfr. Siebold, *Die Süsswasserfische von Mittel-Europa*, 1863.

148 (pag. 388). **I selaci quali pesci primitivi.** Le antiche discussioni sulla posizione sistematica e sulle affinità dei selaci furono per la prima volta decise dal Gegenbaur nell'introduzione alla sua classica opera *Das Kopfskelet der Selachier*.

149 (pag. 395). Gerard Krefft, *Beschreibung einer gigantischen Amphibiums, etc.*, ed Albert Günther, *Ceratodus und seine Stellung im System* (*Archiv für Naturgeschichte*, 37 *Jahrgang*, 1871, vol. I, pag. 321, etc.). — Inoltre: *Philosophical Transactions*, 1871, parte II, pag. 511, etc. — L'ontogenesi è ancora affatto ignota.

150 (pag. 405). **La metamorfosi degli anfibii** ha nelle varie specie di rane e di rospi una durata molto diversa e costituisce insieme una completa serie filogenetica dalla primitiva, affatto completa fino all'ultima e abbreviatissima *eredità della metamorfosi*.

151 (pag. 405). **La salamandra pezzata** (*Salamandra maculosa*) pel complesso delle sue condizioni istologiche ci spinge alla supposizione che essa appartenga ad un'altra epoca della storia organica della terra che non la salamandra acquaiuola (tritone) che le è esternamente così rassomigliante. ROBERT REMAK (*Entwickelung der Wirbelthiere*, pag. 117).

152 (pag. 406). **Siredon ed Amblystoma.** Sull'interpretazione filogenetica della famosa trasformazione dell'axolotl messicano in un amblystoma si sono ultimamente emesse opinioni molto divergenti. Cfr. su ciò sopratutto AUGUST WEISMANN nella *Zeitschr. für wissensch. Zoologie*, volume XXV, supplemento, pagg. 297-334.

153 (pag. 406). **La raganella della Martinica** (*Hylodes martinicensis*) perde le branchie al 7°, la coda ed il sacco vitellino all'8° giorno della vita nell'uovo. Al 9° o 10° giorno dopo la fecondazione la rana perfetta sguscia dall'uovo. BAVAY, sur l'*Hylodes martinicensis et ses métamorphoses* (*Journal de zool.*, par GERVAIS, vol. II, 1873, pag. 13).

154 (pag. 407). **Homo diluvii testis.** — ANDRIAS SCHEUZERI, *Betrübtes Beingerüst von einem alten Sünder; Erweiche, Stein, das Herz der neuen Bösheits-Kinder* (dal Diacono MILLER). Quenstedt, Sonst und Jetzt, 1856 (pag. 239).

155 (pag. 407). **L'amnio** delle tre classi superiori di vertebrati, che manca a tutti i vertebrati inferiori, non ha *nessun* rapporto coll'amnio somigliante ma acquisito indipendentemente (analogo ma *non* omologo) degli artropodi superiori.

156 (pag. 402). CARL GEGENBAUR, 1888, *Ueber Polydactylie* (*Morph. Jahrb.*, vol. XIV, pag. 394).

157 (pag. 414). GUSTAV TORNIER, 1888, *Die Phylogenese des terminalen Segmentes der Säugethier-Hintergliedmassen* (*Morph. Jahrb.*, vol. XIV).

158 (pag. 421). **I progenitori-didelfi dell'uomo** possono essere stati estremamente diversissimi da tutti i marsupiali a noi noti, dovranno però aver avuto le particolarità *essenziali* interne di tutti i marsupiali.

159 (pag. 430). GEORG RUGE, 1886, *Ueber die Gesichtsmuskulatur der Halbaffen* (*Morphol. Jahrb.*, vol. XI).

160 (pag. 432). **Decidua.** Cfr. A. HERTWIG, *Die menschlichen Eihüllen*, XIII capit. del *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte*, 3ª ediz., pagg. 204, 233.

161 (pag. 434). HUXLEY, *Manuale dell'anatomia dei vertebrati*; trad. ital. di GIGLIOLI. — Dapprima l'HUXLEY divideva i « Primati », in « sette famiglie di valore morfologico all'incirca ugnale » (nelle « prove di fatto, ecc. »).

162 (pag. 440). DARWIN, *La scelta sessuale delle scimmie e dell'uomo.* — *Origine dell'uomo*; trad. ital. di M. LESSONA.

163 (pag. 441). **Semnopiteci antropomorfi.** Alcuni *Semnopithecus* si segnalano fra tutte le scimmie per particolare antropomorfismo nella forma del naso e della pettinatura (tanto dei capelli come della barba). DARWIN, *Origine dell'uomo*, trad. italiana.

164 (pag. 443). FRIEDRICH MÜLLER, *Allgemeine Ethnographie*, Vienna 1873 (*Grundriss der Sprachwissenschaft*, 1876).

165 (pag. 443). **La tavola delle migrazioni** (XX) della *Storia della creazione naturale* pretende unicamente il valore di un primo tentativo, di uno schizzo ipotetico, come colà appunto ho detto espressamente e come qui di fronte a ripetuti attacchi devo far notare ancora una volta.

166 (pag. 456). **La lamina dermica** è l'organo connettivo in cui si forma lo *scheletro cutaneo* dei vertebrati. (Cfr. la XVIª confer. e nota 188).

167 (pag. 457). **Ghiandole mammarie.** — HUSS, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Milchdrüsen*; e GEGENBAUR, *Bemerkungen über die Milchdrüsen-Papillen* (*Jenaische Zeitschr. für Naturwiss.*, 1883, vol. VII, pagg. 176-204).

168 (pag. 459). Sul **pelame** dell'uomo e delle scimmie cfr. DARWIN, *Origine dell'uomo*; trad. ital. di M. LESSONA.

169 (pag. 460). CAMIL HUSCHKE, 1858, *Schädel, Hirn und Seele.*

170 (pag. 460). PAUL CARUS, 1891, *The soul of man. An investigation of the facts of physiological and experimental psychology.*

171 (pag. 483). Gustav Schwalbe, 1882, *Ueber die Nasenmuscheln der Säugethiere und des Menschen*.

172 (pag. 491). **Le analogie** dell'embriogenesi degli organi superiori di senso sono già state rettamente intese dall'antica filosofia naturale. I primi dati esatti sopra la difficilissima embriologia degli organi di senso e sopratutto dell'occhio e dell'orecchio li fornì nel 1870 Emil Huschke di Jena (*Isisis*, *Meckel's Archiv*, *etc.*).

173 (pag. 496). *Das Gehörorgan der Wirbelthiere* di Gustav Retzius (1831-1884) contiene la migliore e più estesa esposizione.

174 (pag. 496). Johannes Rathke, *Ueber den Kiemen-Apparat und das Zungenbein*, 1832. — Gegenbaur, *Das Kopfskelet der Selachier*, 1872 (nota 180).

175 (pag. 498). Sul **padiglione rudimentale** dell'orecchio umano cfr. Darwin, *Origine dell'uomo*, traduz. ital. e Gustav Schwalbe, *Das Darwins'che Spitzohr beim menschlichen Embryo* (*Anatom. Anzeiger*, 1889, nota 6).

176 (pag. 504). **L'anatomia comparata** non mostra forse in alcun altro punto così palpabilmente il suo valore morfologico come nello scheletro dei vertebrati; qui essa rende spesso alla filogenesi molto maggiori servizi che non l'ontogenesi (cfr. tav. XVII-XIX).

177 (pag. 506). **La coda dell'uomo** è per grandezza e sviluppo molto variabile, come tutti gli altri organi rudimentali. In rari casi essa persiste tutta la vita come libera sporgenza esterna; per solito essa si oblitera già di buon'ora come nelle scimmie antropomorfe.

178 (pag. 507). Sul **numero delle vertebre** dei diversi mammiferi cfr. Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*, 2ª ediz., vol. I, 1835, pag. 177; ed Emil Rosenberg, *Morphol. Jahrb.*, vol. I, 1876, pagg. 88, 160.

179 (pag. 511). Sull'antica **teoria del cranio** di Goethe ed Oken cfr. Virchow, *Goethe als Naturforscher*, 1861, pag. 103.

180 (pag. 512). Carl Gegenbaur, *Das Kopfskelet der Selachier, als Grundlage zur Beurtheilung der Genese des Kopf-Skelets der Wirbelthiere*, 1872.

181 (pag. 515). Carl Gegenbaur, *Ueber das Archipterygium* (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, vol. VII, 1873, pag. 131). Mentre il Gegenbaur deriva le pinne pari da due paia di archi branchiali posteriori isolatisi dagli altri, esse, secondo il Balfour ed altri sarebbero nate da un paio di pinne laterali primitivamente continue (pieghe cutanee laterali).

182 (pag. 516). Carl Gegenbaur, *Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere 1° Heft: Ueber Carpus und Tarsus*, 1864; 2° *Heft: Schultergürtel der Wirbelthiere* (*Brustflosse der Fische*, 1866).

183 (pag. 517). Charles Martins, *Nouvelle comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez les mammifères* (*Mémoires de l'Acad. de Montpellier*, vol. III, 1857).

184 (pag. 521). **Ossificazione**. Non tutte le ossa del corpo umano hanno un abbozzo cartilagineo. Cfr. Gegenbaur, *Ueber primäre und secundäre Knochenbildung, mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordial-Cranium* (*Jenaische Zeitschr. für Naturw.*, 1867, vol. III, pag. 54).

185 (pag. 515 e 516). **Gli arti pentadattili** delle quattro classi superiori dei vertebrati vengono ora interpretati in questo senso che il primitivo asse della pinna passa pel lato *esterno* (ulnare o fibulare) e termina nel *quinto* dito. Una volta si ammetteva che esso passasse pel lato *interno* (radiale o tibiale) e terminasse nel *primo* dito come lo mostra la fig. 357, pag. 516.

186 (pag. 526). Julius Kollmann, 1891, *Die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen von 13-35 Urwirbeln* (*Arch. für Anat. u. Physiol.*).

187 (pag. 529). **La formazione dell'intestino dei vertebrati** per essere compresa richiede anzitutto la conoscenza della filogenesi del loro vitello nutritivo. Cfr. sopra, pag. 199 e Carl Rabl (l. c.).

188 (pag. 536). **Scheletro cutaneo dei vertebrati**. Sull' *omologia* delle squame e dei denti cfr. Gegenbaur, *Grundriss der vergleichenden Anatomie*, 1878, pagg. 446 e 575; poi Oscar Hertwig, *Jenaische Zeitschrift für Naturw.*, 1874, vol. VIII. Sull'importante distinzione fra *omologia* (comparazione morfologica) ed *analogia* (comparazione fisiologica) vedi Gegenbaur, l. c., pag. 66; inoltre la mia *Gener. Morphol.*, vol. I, pag. 313.

189 (pag. 538). Wilhelm Müller, *Ueber die Hypobranchial-Rinne der Tunicaten u. deren Vorhandensein bei Amphioxus und den Cyclostomen* (*Jenaische Zeitschr. f. Naturw.*, 1873, vol. VII, pag. 327).

190 (pag. 562). **L'ontogenesi del cuore umano** ripete essenzialmente con fedeltà la sua filogenesi. Però questa ripetizione *palingenetica* è nei particolari molto ridotta ed obliterata da variazioni cenogenetiche del primitivo corso dell'evoluzione, da spostamenti di luogo e di tempo.

191 (pag. 563). **Terminologia di His.** I molti nuovi termini tecnici introdotti da Wilhelm His nell'embriologia si distinguono in massima parte per essere insignificanti e scelti fuori di ogni relazione morfologica (in opposizione alle ottime denominazioni degli antichi embriologi, Baer, Remak, ecc.). Appunto perciò esse hanno trovato favore presso molti embriografi « esatti » che rifuggono dal ricercare i « rapporti » tenendo ciò per contaminazione speculativa.

192 (pag. 612). Mary Olmstead Stanton, *Physiognomy* (*Natural division of the human face*, San Francisco 1881).

193 (pag. 621). Dr. E. Mandel, *Professor Haeckel's Natürliche Entstehung des Menschen* (*Anthropogenie*) *kritisch beleuchtet. Ein Beitrag zur Kenntniss des Christenthums gegen die moderne materialistische Weltanschauung*, Regensburg 1883.

194 (pag. 567). **Il sistema istologico** i cui tratti fondamentali sono presentati nella 47ª tabella è più ampiamente svolto nel mio scritto sopra l'« origine ed evoluzione dei tessuti animali », Jena 1884.

195 (pag. 575). **Chemotropismo erotico.** La percezione sensoria (forse affine all'olfatto) delle due cellule germinali in copulazione la quale determina la loro reciproca attrazione è una funzione ancor poco studiata ma interessantissima dell'*anima cellulare* (cfr. pag. 107).

196 (pag. 621). **Polemica clericale.** Come esempio degli attacchi che la stampa clericale, secondo il modello fornito da His 16 anni fa, seguita a dirigere contro l'Antropogenia citerò qui il n. 109 dell'*Amtsblatt* di Saulgau, *Der Oberländer* (del 19 luglio 1890): « Ernst Haeckel di Jena non ha persino rifuggito dal servirsi dell'inganno e della falsificazione. Questa però fu dimostrata ed egli non potè negare ». Delle mie repliche a queste pretese « dimostrazioni » il foglio rugiadoso naturalmente non fa parola, e nemmeno la romana *Germania* ed altri fogli ultramontani che riproducono quelle calunnie. Cfr. *Giordano Bruno*, 1889.

197 (pag. 606). **Eredità di adattamenti.** Cfr. oltre alla citata opera di Theodor Eimer (1888) soprattutto Lester F. Ward, *Neo-Darwinism and Neo-Lamarkism* (*Annual Address of the President of the Biolog. Soc. of Washington*, gennaio 1891); e *The Trasmission of Culture* (*Forum*, maggio 1891). I *caratteri adattivi* (adaptati) originariamente acquisiti per adattamento alle condizioni della vita individuale nel corso delle generazioni per eredità diventano a loro volta dei *caratteri ereditarii* (eredati).

198 (pagg. 607, 622). **Plankton-Studien.** *Vergleichende Untersuchungen über die Bedeutung und Zusammensetzung der pelagischen Fauna und Flora*, Jena 1890. In questo scritto io, senza alcun attacco personale, ho dimostrato criticamente come fossero incredibilmente senza senso e fatte a rovescio le ricerche che il consigliere intimo Hensen di Kiel usufruendo di straordinari mezzi aveva stabilito per determinare *quantitativamente* la vita organica nel mare, per fare un'« esatta » statistica della popolazione oceanica. La risposta a questa critica fu data poco fa da Vittorio Hensen nel citato opuscolo: *La spedizione del Plankton ed il Darwinismo di Haeckel — Su alcuni scopi e mezzi delle scienze naturali descrittive* (!), Kiel 1891. Neppur uno dei numerosi appunti da me fatti alle teorie ed ai metodi di Hensen è confutato in questa replica; del più di essi non è nemmeno fatto cenno. Per contro egli si diffonde estesamente in attacchi contro la teoria della discendenza e la legge biogenetica fondamentale che pel modo in cui egli le concepisce sono estremamente caratteristici e degni di esser letti. Frattanto non mancano acerbi attacchi personali ad *ingiurie* che a me sono tanto indifferenti come quelle del suo collega Carl Brandt. Il lettore che confronta senza preconcetti *i due* scritti si potrà presto fare la sua opinione. Un critico imparziale dice su ciò: « La critica di Haeckel sulla spedizione del Plankton può essere stata cruda ed aver contenuto qualche malinteso, ma ingiurie personali, male insinuazioni e sconvenienze come la risposta *non* ne conteneva. Qualsiasi ricerca fatta con mezzi pubblici deve esporsi alla pubblica critica e quando ad una critica diretta esclusivamente contro gli *scopi* ed i *metodi* si risponde con personalità e scortesie, ogni uomo dabbene sa da qual parte egli deve collocarsi (*Tägliche Rundschau*, n. 129, Berlino, 6 giugno 1891).

199 (pag. 617). **Antropogenia e Panteismo.** Chiamando qui come in altri punti, *panteismo* quella forma di religione naturale che è consona al nostro concetto unitario o monistico dell'universo, io intendo con ciò quella forma di credenza la quale è in accordo pienamente armonico coi più alti risultati della scienza e non già in assoluto contrasto con essa. Per quanto diversa possa presentarsi in apparenza questa fede panteistica nelle confessioni di uno Spinoza o di un Giordano Bruno, d'un Lessing o d'un Goethe, il suo pensiero fondamentale rimane sempre lo stesso, l'indivisibile *unità di Dio e della natura*. Che questo panteismo — o la « religione naturale del monismo » — debba acquistare in avvenire la dominazione nella cerchia delle persone pensanti ed istruite è per me cosa fuori di dubbio; altrettanto indubbia come la convinzione che per esso la *moralità teorica e pratica* dell'umanità (il prezioso nucleo pratico della vera religione) si solleverà ad un più alto grado di perfezione. (Cfr. su ciò sopratutto gli ottimi scritti etici di B. von Carneri, *Sittlichkeit und Darwinismus* — *Der Mensch als Selbstzweck* — *Entwickelung und Glückseligkeit* — *Der moderne Mensch* — 1871-1890). Se molti avversarii dell'Antropogenia affermano che per essa la *religione* viene attaccata e sepolta, ciò non si può dire della vera religione fondata sulla conoscenza della natura, ma di quel falso ed immorale *feticismo* che domina ancora oggidì nel più dei popoli civili. Ma disgraziatamente anche la nostra patria tedesca — *la culla della riforma* — sia ancora pienamente in balìa del medio evo, lo mostra di nuovo in questo momento (1891) la vergognosa esposizione della *sacra tonaca* di Trevi. Critici che mettono in luce questo *grandioso inganno pubblico* vengono puniti per « offesa alla religione » in nome della legge!

200 (pagg. 20, 616). **Antropogenia e Filosofia.** Sull'importanza del *monismo* considerato come quella forma di filosofia che sola armonizza coi risultati del trasformismo, cfr. la mia *Generelle Morphologie*, 1866, 1° libro.





INDICE DELLE VOCI E DEGLI AUTORI

B

C

D

E

O

P

Q

R

S



— IV. —

IL MONISMO

QUALE VINCOLO FRA RELIGIONE E SCIENZA

PROFESSIONE DI FEDE DI UN NATURALISTA

pronunciata il 9 ottobre 1892 ad Altenburg
in occasione del 75° Giubileo della « Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes »

Traduzione italiana autorizzata e riveduta dall'Autore

DI

AMEDEO HERLITZKA

Nel nome di Colui che intento a creare se stesso
se stesso e l'universo dall'eterno creava!...

Nel nome di Colui, che amore e fede creava
e forza e confidenza e operoso potere!.:.

Nel nome di Colui, che sempre invocato sì spesso,
per sempre sconosciuto nell'essenza rimase!...

Ne l'universo immenso fin dove si spingono i sensi
soltanto a lui simili, trovi cognite cose;

e de lo spirito tuo la fiamma vampante più alto
ne l'emblema e nel simbolo tacita si racqueta;

ciò l'alma tua rapisce e trasporta in fervide ebbrezze
e i luoghi ove tu vai splendidamente adorna.

Volano via gl'istanti, nè tu più li numeri allora,
ogni passo è l'incommensurabilità.

Quale sarebbe un Dio che fuori del mondo si stesse,
e intorno al dito suo tutto spingesse il mondo?

Meglio è che l'universo animi e che insieme confonda
e sè nella natura e la natura in sè.

Tal che mai la forza, mai perda lo spirto animante
ciò che vive e lavora ed è parte di lui.

Goethe.

Nuovi Dei.

Ecco i tuoi seggi tremando crollano
sotto all'iniqua scure del monaco;
prepara i tuoi fulmini, Donar,
ed annientalo ne l'ira tua.

Atre tempeste talor s'addensano,
ma il tuo tremendo folgor non scroscia,
Oh! d'Asgard le aule lasciaste,
Dei patrii, in silenzio di morte?

Con funebre nenia, con alto clangore di pianti
dianzi recaste Balder alla tomba pietosi:

ora voi stessi avvolge oscuro crepuscolo, o Dei
or voi inghiotte e travolge nero destino, o Dei;

e ne l'atra caligine i sacri boschetti s'incendiano,
fiaccole fumiganti a immenso funerale.

L'esortazione di Cristo mostraci
quello che a mezzo svelò la favola?
il presentimento di Balder
nel figlio si compì di Maria?

Quei che la morte vinse purissimo,
un nuovo regno forse preparaci?
e attraverso il tempo e l'eterno
eterno vivrà il Redentore?

Salgono in alto i mari, gli altissimi monti s'affondano,
ed il pieno si vuota e si riempie il vuoto.

Gli anni, i giorni scorrendo veloci trasformano il mondo;
quello che ieri nacque, invecchierà domani.

All'oscura potenza perfino obbediscon gli Dei,
fondano il loro regno; ed esso sta; e rovina!

O vuote larve ora fuggitene,
più a voi non suoni di festa cantico;
or ecco le arpe scagliamo
ancor noi nella vostra rovina.

Nè li ornamenti più ci convengono
de le pie croci sacrate, auree;
un altro Iddio sopravvenne
un Dio nuovo, migliore di voi.

Ora udite nipoti, se mai nel futuro il millennio
di nuovo fermentando, spumeggiando sconquassi

l'altare che fu oggi fondato, e il tempio torreggiante
furioso sconquassi ed al suolo distenda,

allora si avvicini a voi fra le tenebre un Dio,
un nuovo Dio che accolga l'anima ancora sperante!...

Mentre le forme sempre cambiantisi
ognor l'aspetto loro trasmutano,
uno solo è Colui che trascina,
operoso con sè l'universo.

Ci appare solo sì come immagine;
niun la sua essenza potrà mai esprimere;
ne l'intimo del nostro petto,
però ha imperitura dimora.

Arturo Fitger.

PREFAZIONE

" Qual cosa mai più grande può l'uom ne la vita ottenere
Se non che il Dio-Natura si manifesti a lui? ".

GOETHE.

La Conferenza seguente intorno al « Monismo » è un discorso libero d'occasione; essa fu tenuta, senza essere preparata, il 9 ottobre 1892 ad Altenburg, durante il 75° Giubileo della *Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes.* La spinta immediata alla mia Conferenza fu data dal discorso solenne tenuto prima dal signor prof. Schlesinger di Vienna « su' principii di fede naturalistici ». — Molti brani di questo discorso filosofico toccavano i problemi più importanti ed elevati della conoscenza umana della natura; altre sue asserzioni richiedevano immediatamente una replica e l'esposizione di idee diverse. — Occupandomi da trenta anni io stesso assai a fondo di questi problemi di filosofia naturale, ed avendo esposte in diversi scritti le mie convinzioni monistiche, da parte di molti congressisti fu espresso il desiderio che io le compendiassi brevemente in tale solenne occasione. — Venendo io incontro a questo desiderio, ebbe origine la seguente « professione di fede naturalistica ». — Il suo contenuto essenziale, come lo scrissi a memoria il giorno seguente, comparve per la prima volta nella *Altenburger Zeitung* del 19 ottobre 1892 (n° 246, foglio 2°). — Una ristampa di questa prima comunicazione con alcune aggiunte filosofiche è contenuta nel fascicolo di novembre della *Freie Bühne für den Entwickelungskampf der Zeit* (Berlino, anno III, fascicolo 11°). Nello scritto presente molte sono le aggiunte al discorso di Altenburg, e singole parti d'esso sono svolte più ampiamente. Nelle annotazioni ho illustrato in senso monistico alcuni problemi scottanti dell'epoca presente.

Lo scopo della mia sincera professione monistica è doppio. In primo luogo vorrei dare così espressione a quel modo razionale di considerare l'universo, che ci viene imposto con logica necessità dai nuovi progressi della conoscenza unitaria della natura; esso si trova nell'intimo di tutti i naturalisti spregiudicati e pensanti, se anche pochi sentono il bisogno o il coraggio di confessarlo apertamente. — In secondo luogo vorrei stringere così un nodo fra religione e scienza e contribuire

in tal modo ad appianare l'antitesi che viene sostenuta inutilmente fra questi due campi delle più elevate attività dello spirito umano: tanto il bisogno etico del nostro sentimento, quanto la ricerca logica della causalità del nostro giudizio vengono soddisfatti pienamente dal Monismo.

Che questa unione naturale fra fede e scienza, questa conciliazione ragionevole fra sentimento e giudizio, diventi di giorno in giorno un bisogno sempre più urgente delle sfere colte, lo dimostra la marea sempre crescente degli opuscoli e libri pubblicati su questo argomento. Nell'America del Nord (a Chicago) si pubblica già da più anni un periodico settimanale che è dedicato a questo fine, *The Open Court; a weekly Journal devoted to the Work of Conciliating Religion with Science.* Il suo egregio redattore dott. Paolo Carus (autore di *The Soul of Man*, 1891) dedica inoltre allo stesso scopo un periodico speciale trimestrale sotto il titolo *The Monist; a quarterly Magazine.* Sarebbe molto desiderabile che questi preziosi tentativi di avvicinamento fra la contemplazione empirica della natura e quella speculativa, fra realismo e idealismo, venissero tenuti in maggior conto e curati di più, perchè solo mercè la loro unione naturale ci avviciniamo alla mèta più alta dell'attività del nostro spirito, alla fusione, cioè, della religione e della scienza nel Monismo.

Iena, 31 ottobre 1892.

Ernesto Haeckel.

IL MONISMO

Onorevolissima Adunanza,

Una società che ha per iscopo lo studio della natura e la conoscenza del vero, non può festeggiare le sue date memorabili più degnamente, che colla trattazione dei suoi problemi generali più importanti. — Noi dobbiamo per ciò constatare con piacere che il signor oratore, in una occasione tanto solenne come il 75° giubileo della vostra Società di naturalisti, abbia scelto a tema della sua conferenza un argomento del più alto significato generale. Pur troppo in simili occasioni, e perfino nelle sedute generali della grande « Radunanza di naturalisti e medici tedeschi » è sempre più invalso l'uso di prendere il tema del discorso solenne da un campo ristretto speciale d'interesse limitato. Se anche quest'uso, che sempre più aumenta, può venire scusato dalla crescente divisione del lavoro e dalla specializzazione divergente in tutti i campi della attività umana, ciò nullameno proprio in occasioni così solenni si dovrebbe richiamare l'interesse dell'adunanza su argomenti maggiori d'importanza generale.

Un tale tema del significato più grande sono « i principii di fede naturalistici », intorno ai quali il signor prof. Schlesinger ha svolto or ora le sue idee originali (1). Io sono ben contento d'essere d'accordo con lui su molti punti importanti, mentre per altri riguardi vorrei esprimere qualche dubbio e sottoporre alla vostra considerazione alcune vedute alquanto diverse. — Anzitutto sono d'accordo pienamente con lui nel concetto unitario di tutta la natura, che con una sola parola chiamiamo Monismo. — Noi esprimiamo con ciò senza dubbio la convinzione che uno spirito vive in tutte le cose, e che tutto l'universo conoscibile esiste e si sviluppa secondo una legge fondamentale comune. Con ciò insistiamo specialmente sull'unità fondamentale della natura anorganica ed organica, di cui la seconda si è sviluppata, relativamente tardi, dalla prima (2). E come non si può tirare un confine esatto fra queste due divisioni principali della natura, così non possiamo riconoscere neppure una differenza assoluta fra regno animale e vegetale e neppure fra mondo animale e mondo umano. In conseguenza consideriamo tutta la scienza umana come un unico campo d'investigazione; noi ripudiamo la solita distinzione in scienza naturale e scienza spirituale. La seconda è solo una parte della prima (o anche viceversa): ambedue sono una cosa sola. Il nostro concetto monistico della natura appartiene perciò a quel gruppo di sistemi filosofici, che da un altro punto di vista vengono designati come meccanistici e panteistici. Per quanto diversamente questo si sia manifestato nei sistemi filosofici di un Empedocle e d'un Lucrezio, di uno Spinoza e di un Giordano Bruno, di un Lamarck e di un David Strauss, sempre rimane il suo pensiero fondamentale comune, l'unità cosmica, il nesso indistruttibile di forza e materia, di spirito e materia o come si può anche dire, di Dio e dell'Universo. — Nientemeno che il nostro più grande poeta e pensatore, Goethe, ha dato a ciò nel « Faust » e nelle sue poesie meravigliose « Dio e l'Universo » un'espressione poetica.

Per il retto apprezzamento di questo « Monismo » permetteteci prima di tutto di gettare uno sguardo esteso all'evoluzione storica della conoscenza umana della natura, dall'alto di una considerazione storico-filosofica. Qua passa dinanzi al nostro occhio spirituale una lunga serie di diversi stadii d'immaginazione e gradi di coltura dell'uomo. Al grado infimo, il grado rozzo, possiamo dire animalesco, dell'uomo primitivo preistorico, dell'« uomo-scimia », che durante l'epoca terziaria s'è sollevato solo poco al disopra dei suoi antenati immediati pitecoidi, le scimie antropomorfe. Poi segue una serie di gradi di cultura dell'infima specie, della cui semplicità ci possono in parte dare un'idea i più rozzi « popoli naturali » ancora esistenti. A questi « selvaggi » si uniscono poscia i popoli civili più bassi, e da questi una lunga serie di gradi intermedii porta a poco a poco ai popoli civili più elevati. — Solo questi ultimi, delle dodici razze umane solo la mediterranea e la mongolica, hanno fatto quella che noi chiamiamo impropriamente « Storia universale », e più propriamente « Storia dei popoli ». Lo spazio di tempo, che comprende quest'ultima (e con ciò insieme i tentativi di cognizioni scientifiche), risale solo a 6000 anni, un tempo incalcolabilmente piccolo in confronto della lunga catena di milioni d'anni della storia organica della terra.

Presso i più antichi popoli primitivi o uomini-scimie, e così pure anche presso i popoli naturali dapprima originati dai precedenti, non possiamo ancora parlare di una « conoscenza della natura ». Il rozzo uomo primitivo originario, su quell' infimo gradino, non è ancora quell'« animale causale » senza tregua di Lichtenberg; il suo bisogno della causalità non si solleva ancora al disopra di quello delle scimie e dei cani; la sua curiosità non si è elevata a pura brama di sapere. Se vogliamo parlare di « ragione » negli uomini primitivi pitecoidi, questo non si può fare che nel senso stesso che si usa parlando di quei mammiferi altissimamente sviluppati, e lo stesso vale anche dei primi principii della religione (3).

Si vuole invero anche oggi negare spesso la ragione e la religione negli animali. Invece una comparazione spregiudicata ci persuade del contrario. Il lento e continuo perfezionamento che la vita civile ha compiuto nell'animo umano nel corso di migliaia d'anni, non è passato senza lasciar traccia neppure nell'animo dei nostri animali domestici più elevati (in primo luogo dei cani e dei cavalli). In una non interrotta convivenza coll'uomo e sotto l'azione della sua educazione, anche nel loro cervello si sono sviluppate a poco a poco associazioni d'idee ereditarie più elevate ed un giudizio più perfetto. — L'ammaestramento è diventato un istinto, esempio inconfutabile dell' « ereditarietà di qualità acquisite » (4).

La psicologia comparata ci fa conoscere una lunghissima serie di gradi storici di perfezionamento dell'anima nel regno animale. Ma solo nei vertebrati più altamente evoluti, uccelli e mammiferi, riconosciamo i primi principii della ragione, le prime traccie di rapporti religiosi ed etici. — In loro non troviamo solamente le virtù sociali di tutti gli animali più elevati viventi in società (amor del prossimo, amicizia, fedeltà, sacrifizio, ecc.) ma anche conoscenza, sentimento del dovere e coscienza, e riguardo all'uomo dominante la stessa ubbidienza, la stessa sottomissione, lo stesso bisogno di protezione che i popoli selvaggi hanno verso le loro « divinità ». Ai secondi come ai primi manca però ancora quel grado più alto di coscienza e di ragione, che tende a conoscere l'universo circostante e che segna il primo principio della filosofia, della scienza dell'universo. Questa è una conquista molto posteriore dei popoli civili; essa si è evoluta solo lentamente e gradatamente da basse sfere di concetti religiosi.

In ogni grado della religione primitiva e così pure della filosofia originaria, l'uomo è ancora ben distante da concetti monistici. Nella ricerca delle cause dei fenomeni e nell'applicarvi la propria intelligenza, egli è sempre inclinato a riconoscerne quali cause e fattori degli enti personali e precisamente degli dèi simili ad uomini. Nel tuono e nel fulmine, nella tempesta e nel terremoto, nel giro del sole e della luna, in ogni cambiamento meteorologico e geologico egli scorge l'azione immediata d'un dio o spirito personale, e questo viene immaginato più o meno antropomorfo o simile ad uomo. Si distinguono dèi buoni e cattivi, amici e nemici, conservatori e distruttori, angeli e demonii.

E questo vale in misura ancora maggiore quando il crescente desiderio di conoscere prende a considerare anche i fenomeni più complicati della vita organica; il formarsi e il distruggersi delle piante e degli animali, la vita e la morte degli uomini. — La composizione ingegnosa ed adatta allo scopo degli esseri viventi organizzati, provoca subito il confronto con le opere dell'arte umana, costruite secondo un piano, e così l'immagine indeterminata del dio personale si cambia in quella d'un creatore costruente secondo un piano. È noto che questo concetto della creazione organica, come prodotto artificiale di un dio antropomorfo, di un « divino costruttore di macchine », s'è conservata molto estesamente sino alla metà del nostro secolo, sebbene degli eminenti pensatori ne avessero dimostrata l'insostenibilità già da più di 2000 anni. — L'ultimo rinomato naturalista che lo rappresentasse e sviluppasse fu Luigi Agassiz (morto nel 1873). Nel suo rimarchevole *Essay on classification* (1857) ha sviluppato questa filosofia in tutte le sue conseguenze ed è giunto così persino all'assurdo (5).

Tutti questi concetti religiosi e teleologici più antichi, e così pure i sistemi filosofici che ne sono sôrti (p. es. di Platone e dei padri della Chiesa), sono antimonistici, essi stanno in opposizione di principio colla nostra filosofia naturale monistica. La maggior parte di quei sistemi più antichi sono dualistici, considerando come sostanze del tutto distinte Dio ed Universo, creatore e creato, spirito e materia. Questo evidente dualismo si trova anche nel maggior numero delle religioni ecclesiastiche più pure, specialmente in quelle tre forme più importanti del monoteismo fondate dai tre profeti più famosi dell'Oriente Mediterraneo, Mosè, Cristo e Maometto. Ma già in alcune varietà impure di queste tre religioni mediterranee principali ed ancora più nelle forme religiose poco elevate del Paganesimo, troviamo al posto del dualismo un pluralismo filosofico; al dio buono e conservatore dell'universo (Osiride, Ormuzd, Visnù) viene contrapposto un dio cattivo e distruttore (Tifone, Ariman e Siva). Numerosi semidei e santi buoni e cattivi, figli e figlie di dèi, si uniscono a quei due dèi principali e si dividono con loro l'amministrazione ed il governo del Cosmo.

In tutti questi sistemi di considerare l'universo, dualistici e pluralistici, si può riconoscere come pensiero fondamentale l'antropomorfismo, l'« umanizzazione di Dio ». L'uomo stesso, come essere simile a Dio (discendente direttamente da Dio) occupa nel mondo un posto speciale ed è diviso dal resto della natura da un profondo abisso. — Al solito si annoda a ciò l'idea antropocentrica, la convinzione che l'uomo sia il centro dell'universo, lo scopo ultimo e più elevato della creazione, e che il resto della natura sia stato creato solo per servire all'uomo.

Nel medio evo, unita con quest'ultima idea, era anche l'idea geocentrica, secondo la quale la terra, come soggiorno dell'uomo, rappresentava il centro fisso dell'edifizio dell'universo, mentre sole, luna e stelle giravano intorno alla terra. — Come Copernico nel 1543 ha dato il colpo di grazia a questo dogma geocentrico fondato sulla Bibbia, così Darwin nel 1859 lo ha dato al dogma antropocentrico strettamente legato al precedente (6).

Un paragone critico-storico generale di tutti i sistemi religiosi e filosofici, dà come risultato principale, che ogni grande progresso nella conoscenza più profonda della natura significa un allontanamento dal dualismo (o pluralismo) tradizionale ed un avvicinamento al Monismo. Sempre più chiaramente s'impone alla ragione meditante la necessità di non contrapporre Dio come un ente esteriore al mondo materiale, ma di collocarlo come « forza divina » o come « spirito motore » nell'interno del Cosmo stesso. Sempre ci appare più chiaro che tutti i fenomeni meravigliosi della natura che ci circonda, sia organica, sia anorganica, non sono che prodotti diversi della stessa forza primitiva, combinazioni diverse della stessa materia primitiva. Sempre più irresistibilmente ci si manifesta la certezza, che anche la nostra anima umana non è che una parte infinitesima di quest' « anima universale » che abbraccia tutto, come pure il nostro corpo umano non è che una particella individuale del grande universo corporeo organizzato.

Per la prova esatta ed in parte perfino matematica di questo concetto unitario della natura, sono anzitutto divenute decisive le grandi scoperte generali della fisica e della chimica teoretiche. — Roberto Mayer e Helmholtz, stabilendo la legge della « conservazione della forza », dimostrarono che l'energia dell'universo rappresenta una grandezza costante invariabile: quando una forza qualsiasi sembra sparire od una nuova sembra sorgere, ciò non consiste che nella trasformazione di una forza in un'altra. — Così pure la legge di Lavoisier della « conservazione della materia » ci dimostra che la materia del Cosmo forma una grandezza costante invariabile: quando un corpo qualsiasi sembra sparire (per es. nella combustione) o uno nuovo formarsi (per es. nella cristallizzazione), ciò consiste pure solo in un cambiamento di forma o di composizione. — Noi possiamo raccogliere tutte e due le grandi leggi, la legge fondamentale fisica della conservazione della forza e la legge fondamentale chimica della conservazione della materia, in un concetto filosofico solo come legge della conservazione della sostanza; perchè secondo il nostro concetto monistico, forza e materia sono inseparabili, sono fenomeni diversi, inalienabili di un solo essere universale, la sostanza (7). Come parte integrante fondamentale di questo Monismo puro, può valere in un certo senso la supposizione degli « atomi animati », antichissima idea, espressa già più che 2000 anni fa da Empedocle nella sua teoria dell' « odio ed amore degli elementi ». La fisica e la chimica moderna hanno accettato senza eccezione l'ipotesi atomica fondata da Democrito, considerando tutti i corpi composti da atomi e riferendone tutti i cambiamenti ai movimenti di queste piccolissime parti discontinue. Ma tutti questi cambiamenti, sia della natura organica sia di quella inorganica, ci riescono veramente comprensibili soltanto se noi non ci immaginiamo gli atomi quali particelle di massa inanimata, ma quali particelle elementari viventi, dotate della forza d'attrazione e repulsione. Piacere e dispiacere, amore e odio degli atomi, non sono che termini diversi per questa forza d'attrazione e repulsione. Ed a ragione la fisica chiama « forza viva » l'energia cinetica, in antitesi all'energia potenziale, la « forza di tensione ».

Se anche però da un lato il Monismo ci appare oggi quale concetto fondamentale indispensabile della scienza naturale, e se anche il Monismo deve tendere a riferire tutti i fenomeni, senza eccezione, alla meccanica degli atomi, d'altro canto dobbiamo pure concedere di essere affatto incapaci di formarci un concetto sodisfacente della vera essenza degli atomi e della loro relazione coll' « etere universale » che riempie tutto lo spazio. — Già da un pezzo è riescito alla chimica di

ricondurre tutti i diversi corpi naturali a combinazioni di un numero relativamente piccolo di elementi, ed i progressi della chimica negli ultimi tempi hanno anche resa molto verosimile l'ipotesi, che questi elementi o i corpi semplici fino ad ora non scomponibili, non sieno che differenti combinazioni di un numero variabile di atomi di un elemento primitivo unico. Ma con ciò non ci è dato ancora nessuno schiarimento maggiore sulla vera natura di questi « atomi primitivi » e delle loro forze elementari.

Una serie dei pensatori più acuti s'è affaticata invano sino ad ora a penetrare più addentro in questo problema fondamentale della filosofia naturale, e di stabilire alquanto esattamente la natura degli atomi e la loro relazione coll'etere universale che riempie lo spazio. — Intanto si rafforza sempre più l'idea che non esista uno spazio vuoto e che dappertutto gli « atomi primitivi » della materia ponderabile, o della « massa » pesante, sieno separati dall'etere universale omogeneo diffuso nello spazio universale. Questo etere universale leggerissimo e sottile (se anche non imponderabile) produce colle sue vibrazioni tutti i fenomeni della luce e del calore, dell'elettricità e del magnetismo. — Si può considerarlo come una sostanza continua che riempie lo spazio fra gli atomi di massa, oppure come formato esso pure da particelle discontinue; allora si potrebbe attribuire a questi atomi d'etere una forza inerente di repulsione, in opposizione alla forza immanente d'attrazione dei gravi atomi di massa; si ricondurrebbe tutta la meccanica della vita universale all'attrazione dei secondi ed alla repulsione dei primi. — Ma si potrebbe anche porre l'azione dello « spazio universale » nel senso del prof. Schlesinger accanto alle « vibrazioni dell'etere universale ».

Un progresso elementare della massima importanza nella conoscenza della natura, l'ha fatto in ogni caso negli ultimi tempi la fisica teoretica, essendosi accostata alla conoscenza di questo etere universale ed avendo data grande importanza nella filosofia monistica al problema della sua essenza, della sua struttura e del suo movimento. — Ancora pochi anni or sono l' « etere » cosmico era per la maggior parte dei naturalisti un ente imponderabile di cui in realtà non si sapeva nulla e che si doveva ammettere provvisoriamente quale ipotesi ausiliaria necessaria. Questo ha cambiato faccia del tutto dopo che Enrico Hertz ci ha nel 1888 illuminati intorno all'essenza delle forze elettriche; coi suoi splendidi esperimenti egli ha confermata la previsione di Faraday, che luce e calore, elettricità e magnetismo sieno fenomeni molto affini di un gruppo unico di forze, che dipendono da vibrazioni trasversali dell'etere. La luce stessa, di qualsiasi specie essa sia, è sempre ed ovunque un fenomeno elettrico. L'etere stesso non è più ipotetico; la sua esistenza può venire provata ad ogni momento con prove elettriche ed ottiche. Noi conosciamo la lunghezza delle onde luminose e delle onde elettriche. Alcuni fisici credono persino di potere stabilire approssimativamente la densità dell'etere. Se noi con una macchina pneumatica leviamo da una campana di vetro la massa dell'aria atmosferica (fuorchè un rimasuglio trascurabile) la quantità della luce vi rimane invariata; noi vediamo l'etere vibrante (9).

Questi progressi nella conoscenza dell'etere segnano un'enorme conquista della filosofia monistica; perchè con ciò sono escluse le idee erronee di spazio vuoto e d'azione dei corpi in distanza. Tutto l'infinito spazio universale in quanto non è occupato dagli atomi della massa (la « materia ponderabile ») è riempito di etere. Il nostro concetto di spazio e tempo diventa così ben diverso da quello sostenuto da Kant ancora cento anni or sono; il sistema critico del grande filosofo di Königsberg mostra a questo riguardo, come pure nella spiegazione teleologica del mondo organico e anche nella sua metafisica, delle debolezze dogmatiche notevolissime (8). Ma perfino

una forma religiosa ragionevole può utilizzare la teoria dell'etere a « canone di fede », contrapponendo il mobile etere universale quale « divinità creatrice », alla grave massa, quale « materiale di creazione » (11).

Già da questa vetta di conoscenza monistica felicemente ascesa s'affacciano al nostro spirito indagatore soddisfatto delle nuove prospettive sorprendenti che promettono di portarci ancora molto più appresso alla soluzione del grande enigma dell'universo. Come si comporta questo etere universale, leggero e mobile di fronte alla « massa » grave ed inerte, di fronte a quella materia ponderabile che noi indaghiamo chimicamente e che ci possiamo figurare solo formata d'atomi? La nostra odierna chimica analitica ha dovuto fermarsi ancora davanti a circa settanta elementi « non scomponibili » o cosidetti « corpi semplici ». Ma le relazioni vicendevoli di questi elementi, la loro affinità a gruppi, il loro modo di comportarsi allo spettroscopio, ecc., fanno credere che essi non sieno altro che prodotti storici dell'evoluzione, dovuti alla diversa posizione ed unione di un numero variabile d'atomi primitivi.

A questi atomi primitivi o atomi di massa, ultime particelle discrete dell'inerte materia ponderabile, possiamo attribuire, con maggiore o minore verosimiglianza, una serie di qualità fondamentali eterne ed inalienabili; essi sono probabilmente in tutto l'universo di grandezza e natura uguali. Sebbene essi abbiano una grandezza determinata e finita, pure in grazia alla loro natura stessa, non sono divisibili. La loro forma è certo sferica, sono inerti (nel senso della fisica), invariabili non elastici, impenetrabili per l'etere; oltre alla capacità di persistenza la qualità più importante di questi atomi primitivi è la loro affinità chimica, la loro tendenza di accostarsi l'uno all'altro e di unirsi in piccoli gruppi in forme determinate. Questi gruppi stabiliti di atomi primitivi fissi nelle attuali condizioni d'esistenza fisica della terra sono gli atomi degli elementi, i noti « atomi non scomponibili » della chimica. Le differenze qualitative dei nostri elementi chimici, le quali per la nostra conoscenza empirica attuale sono inalienabili, sono dunque semplicemente dovute alla differenza del numero e posizione degli atomi primitivi omogenei che si combinano. Così per esempio l'atomo del carbonio (del vero « creatore » del mondo organico) è molto probabilmente un tetraedro, composto di quattro atomi primitivi.

Dopochè Mendelejeff e Lothar Meyer, ebbero scoperto nel 1869 la « legge periodica » degli elementi chimici, e vi ebbero fondato un « sistema naturale » dei medesimi, questo progresso importantissimo della chimica teorica fu ultimamente utilizzato da Gustavo Wendt nel senso della teoria dell'evoluzione. Egli tentò di interpretare tutti i diversi elementi come stati d'evoluzione o combinazioni sòrte storicamente da sette elementi fondamentali e questi ultimi alla loro volta come prodotti storici di un solo elemento primitivo. — Questa « materia primitiva » era già stata designata col nome di *protyl* da Crookes nella sua « Genesi degli elementi » (10). La dimostrazione empirica di questa materia primitiva, che è base di tutta la materia ponderabile, è forse solo questione di tempo. La sua scoperta compirebbe forse la speranza degli alchimisti di preparare artificialmente oro ed argento da altri elementi. Ma allora sorge il nuovo grande problema: « Come si comporta questa massa primitiva di fronte all'etere universale? ». Queste due sostanze primitive stanno in un'antesi essenziale ed eterna? o ha forse l'etere mobile stesso prodotto la « massa pesante? ».

Anche per rispondere a questo grande problema fondamentale sono state proposte fino ad ora diverse ipotesi fisiche. — Ma per ora le diverse ipotesi atomiche della chimica, non si possono sostenere con argomenti convincenti, e lo stesso mi

sembra si possa dire dell'ingegnosa ipotesi intorno all'azione dello spazio universale che il signor conferenziere ci ha svolta dianzi. Come giustamente egli dice, per ora in tutti questi tentativi di filosofia naturale si tratta ancora « di canoni di fede naturalistici » intorno alla cui base si può essere di pareri ben differenti, secondo il giudizio soggettivo ed il proprio grado di cultura. Io credo che la soluzione di questi problemi fondamentali sia per ora ancora al di là del confine della conoscenza della natura, e che ancora per molto tempo dovremo acquietarci dinanzi a questo con un « ignoramus » se anche non con un « ignorabimus ».

Ma è ben altra cosa se noi abbandonando queste ipotesi elementari atomiche, volgiamo il nostro sguardo ai rapporti storici dell'evoluzione universale, come ce l'ha rivelata il grandioso progresso nella conoscenza della natura degli ultimi tre decennii. Qua entro i confini della nostra conoscenza della natura ci si è aperto un campo nuovo ed immenso; un campo sul quale è stato sciolto nel modo più sorprendente una serie dei problemi più interessanti, che prima erano considerati insolubili (12).

Avanti a tutte le conquiste dello spirito umano sta la nostra teoria moderna dell'evoluzione. Intravvista già cent'anni or sono da Goethe, espressa però in forma precisa solo in principio del secolo nostro, essa ebbe una base decisiva 33 anni fa per opera di Carlo Darwin; la sua teoria della selezione ha riempito la lacuna che Lamarck aveva lasciata aperta nella sua teoria dell'azione reciproca dell'eredità ed adattamento. Noi ora sappiamo con certezza che il mondo organico s'è sviluppato sulla nostra terra con la stessa continuità « secondo eterne leggi di bronzo », come Lyell aveva dimostrato già nel 1830 essere avvenuto per il corpo anorganico stesso della terra; noi sappiamo che tutte le innumerevoli e diverse specie animali e vegetali, che hanno abitato il nostro pianeta nel corso di milioni d'anni, non sono che rami di un unico stipite; noi sapppiamo che il genere umano stesso non è che uno dei germogli più giovani, più elevati e più perfetti dello stipite dei vertebrati.

Una serie ininterrotta di processi naturali evolutivi decorsi secondo leggi fisse, conduce ora lo spirito umano pensante attraverso gli eoni di uno stato primitivo caotico del Cosmo al suo odierno « ordine universale ». Dapprima non abbiamo nello spazio infinito che il mobile etere elastico e particelle discontinue infinite, uguali, divise in quello minutissimamente, gli atomi primitivi; forse questi ultimi non sono che « punti di condensazione » della « sostanza » vibrante di cui l'etere rappresenta il residuo. Combinandosi gli atomi primitivi o atomi di massa a gruppi in numero determinato, si originano gli atomi elementari. — Secondo la teoria di Kant e Laplace, i corpi celesti rotanti si differenziano da quella « nebbia primitiva » vibrante. Uno solo fra migliaia di corpi celesti è il nostro sole insieme coi pianeti che si sono formati da lui per lanciamento centrifugale. Un solo pianeta del sistema solare è la nostra piccolissima terra, tutta la sua vita individuale è un prodotto della luce solare. Dopochè l'incandescente sfera terrestre si è raffreddata sino ad un certo grado si precipita sulla crosta indurita della sua superficie dell'acqua liquida, la prima condizione per la vita organica. Atomi di carbonio cominciano la loro attività organogenica e si uniscono con altri elementi in combinazioni plasmatiche coagulabili. Un piccolo grumo di plasma sorpassa i confini della coesione e dell'accrescimento individuale; esso si divide in due parti uguali. Con questa prima monera comincia la vita organica e la sua funzione più caratteristica, l'eredità. Nel corpo omogeneo delle monere si differenzia un nucleo centrale più compatto da una massa esterna più molle; con questa differenziazione di nucleo e protoplasma comincia la prima cellula organica. Per lungo tempo i soli abitatori del nostro

pianeta saranno stati tali protisti o esseri primitivi unicellulari. Dai cenobi o dalle unioni sociali sorsero solo più tardi gl'infimi istoni, piante ed animali pluricellulari.

Sotto la guida sicura dei tre archivi empirici della creazione, la paleontologia, l'anatomia comparata e l'ontogenia, la filogenia ci conduce ormai dai metazoi più antichi, dagli animali pluricellulari più semplici, su su fino all'uomo (13). Alla radice più bassa del tronco comune dei metazoi, stanno le gastreadi e le spongie; nel caso più semplice tutto il loro corpo consiste in un sacco gastrico rotondeggiante la cui parete sottilissima consiste di due strati di cellule, i due foglietti germinativi primarii. Uno stato embrionale corrispondente, la gastrula a due strati di cellule, si trova transitoriamente nell'ontogenesi di tutti gli altri metazoi dai più bassi cnidarii ed elminti fino all'uomo. — Dal tronco comune degli elminti o dei vermi inferiori si sviluppano come rami principali indipendenti i 4 rami separati dei molluschi, degli echinodermi, degli articolati e dei vertebrati. Soltanto questi ultimi s'accordano coll'uomo in tutti i rapporti essenziali della struttura del corpo e dello sviluppo. Una lunga serie di animali acquatici (Anfiosso, Lamprede, Pesci) precede gli anfibii polmonati; questi appaiono solo nell'epoca carbonifera. Agli anfibii seguono nel periodo permiano i primi amnioti, i rettili più antichi: da questi si sviluppano più tardi nell'epoca triassica in un senso gli uccelli, in un altro i mammiferi.

Che l'uomo sia in tutta la struttura del suo corpo un vero mammifero, si sa fin da quando fu compresa l'unità naturale di questa classe animale elevatissima. La comparazione più semplice doveva persuadere l'osservatore spregiudicato della grande affinità morfologica dell'uomo e della scimia, il mammifero più somigliante. L'anatomia comparata colle sue ricerche più profonde, dimostrò che tutte le differenze nella struttura del corpo dell'uomo e degli Antropoidi (Gorilla, Scimpanzé, Orang) sono più insignificanti, che le differenze corrispondenti nella struttura del corpo di queste scimie antropomorfe e delle scimie inferiori. La spiegazione filogenetica di questa legge di Huxley è evidente. Il grande problema dell'origine del genere umano — o della « posizione dell'uomo nella natura » — il « problema dei problemi » era dunque risolto scientificamente: « L'uomo deriva da una serie di mammiferi pitecoidi ». L'antropogenia svela la lunga catena di antenati vertebrati che hanno preceduto il tardo sorgere di questo germoglio tanto altamente evoluto (13).

Il significato incommensurabile della luce, che questi risultati della teoria della discendenza, spargono su tutto il campo della umana conoscenza della natura, è palese a tutti; essi manifesteranno ogni anno più la loro influenza trasformatrice su tutti i campi dello scibile, quanto più si fa strada la convinzione della loro incrollabile verità. — Soltanto gli ignoranti e gli spiriti gretti possono oggidì dubitare ancora della loro verità. Se qua e là qualche vecchio naturalista nega che essi siano provati o chiede delle prove mancanti (come è successo poche settimane fa al congresso antropologico di Mosca da parte di un celebre patologo tedesco) egli non dimostra se non che è rimasto estraneo ai meravigliosi progressi della nuova biologia ed anzitutto dell'antropogenia. — Tutta la letteratura biologica moderna, tutta la nostra zoologia e botanica, morfologia e fisiologia, antropologia e psicologia, sono penetrate e fecondate dalla teoria della discendenza (14).

La teoria naturale dell'evoluzione ha illuminato e rischiarato, nonchè tutto il campo dei fenomeni naturali materiali, anche quello della vita spirituale che non si può separare dal primo. Come il nostro corpo umano si è andato formando a grado a grado da una lunga serie di progenitori vertebrati, così è successo pure dell'anima

nostra; come funzione del cervello si è sviluppata gradatamente in azione reciproca con questo suo organo. Quello che noi chiamiamo senz'altro « l'anima umana » non è che la somma delle nostre sensazioni, della nostra volontà e del nostro pensiero, la somma di funzioni fisiologiche i cui organi elementari consistono nelle cellule gangliari microscopiche del nostro cervello. — Come la struttura meravigliosa di quest'ultimo, dell'organo dell'anima umana, si sia andata a poco a poco sviluppando nel corso di milioni d'anni dalle forme di cervello di vertebrati superiori ed inferiori, ce lo dimostra l'anatomia comparata e l'ontogenia; e come parallelamente a ciò si sia sviluppata anche l'anima — come funzione del cervello — ce lo insegna la psicologia comparata. Quest'ultima ci mostra anche che una forma bassissima di attività spirituale esiste già negli animali più bassi, nei protozoi unicellulari, infusorii e rizopodi. Ogni naturalista che ha osservato, come me, per il corso di molti anni l'attività vitale di questi protisti unicellulari, è positivamente convinto che anch'essi possiedano un'anima; anche quest' « anima cellulare » consta di una somma di sensazioni, immagini e attività volitive; il pensare, sentire e volere della nostra anima umana è diverso da quello solo per gradi. Così anche in ogni cellula-uovo — da cui si sviluppa l'uomo come ogni altro animale — c'è (come « energia potenziale ») un' « anima cellulare ereditaria » (15). Il primo còmpito di ogni psicologia veramente scientifica non sarà perciò più, come fino ad ora, l'oziosa speculazione su un ente spirituale indipendente ed immateriale e sulla sua enigmatica unione temporanea col corpo animale, ma piuttosto l'esame comparato degli organi dell'anima e la indagine sperimentale delle loro funzioni psichiche. Perchè la psicologia scientifica è una parte della fisiologia, la dottrina delle funzioni o attività vitali degli organismi. Come la moderna fisiologia e patologia così anche la psicologia e la psichiatria dell'avvenire dovranno diventare cellulari, ed esaminare in primo luogo le funzioni spirituali delle cellule. Quali risultati importanti ci dia una tale psicologia cellulare, già nei gradi più bassi della vita organica, nei protisti unicellulari, lo ha mostrato ultimamente Max Verworn nei suoi bellissimi « Studii psico-fisiologici sui protisti ».

Gli stessi gruppi principali di attività spirituali, che troviamo già negli organismi unicellulari — i fenomeni cioè d'irritabilità, sensibilità e movimento — si possono dimostrare ugualmente in tutti gli organismi pluricellulari come funzioni delle cellule che compongono il loro corpo. — Negli infimi metazoi, negli invertebrati delle classi delle spugne e dei polipi, non sono ancora sviluppati, appunto come nelle piante, gli organi speciali dell'anima; e tutte le cellule del corpo partecipano più o meno alle « funzioni dell'anima ». Soltanto negli animali superiori, queste si mostrano localizzate e legate ad organi speciali. In seguito alla divisione del lavoro si sono sviluppati in essi diversi organi di senso, quali strumenti di sensazioni specifiche, muscoli, quali organi di movimento e volontà, centri nervosi e ganglii, quali organi centrali di associazione e regolatori. Nelle stirpi animali più altamente evolute questi ultimi acquistano sempre più importanza come organi speciali dell'anima. Corrispondentemente alla struttura complicatissima del loro sistema nervoso centrale, del cervello, col suo meraviglioso intreccio di cellule gangliari e di fibre nervose, anche la varietà delle funzioni di questi giunge qua ad un'altezza meravigliosa.

Solo in questi gruppi più altamente evoluti del regno animale, possiamo anche dimostrare con certezza quella funzione perfettissima del sistema nervoso centrale, che chiamiamo coscienza. È noto appunto che questa nobilissima funzione cerebrale viene anche oggi considerata spesso come un fenomeno perfettamente enigmatico e come la migliore prova per l'esistenza immateriale di « un'anima immortale ».

A questo proposito si cita al solito il noto discorso dell'«ignorabimus» del fisiologo berlinese Du Bois Reymond sui limiti della conoscenza della natura (1872). Fu una strana ironia del destino, che il famoso retore dell'Accademia delle Scienze di Berlino vent'anni or sono, in questo discorso tanto discusso, considerasse la coscienza come una meraviglia incomprensibile ed una barriera insormontabile del sapere, mentre contemporaneamente il più gran teologo del nostro secolo, David Federigo Strauss, dimostrava il contrario. L'acuto autore della « vecchia e nuova fede » aveva già allora riconosciuto chiaramente che tutte le attività spirituali dell'uomo, e quindi anche la sua coscienza, provengono, come funzioni del sistema nervoso centrale, da una origine sola, e si devono giudicare dal punto di vista monistico alla stessa stregua. L'« esatto » fisiologo Berlinese non seppe riconoscere ciò, e, con una cortezza di vedute che difficilmente si comprende, pose questo problema speciale di nevrologia accanto ad uno dei grandi enigmi dell'universo, accanto al problema fondamentale della sostanza, il problema generale dell'« unione della materia e della forza » (16).

Come io ho dimostrato già da molto tempo, questi due grandi problemi non sono due diversi enigmi dell'universo. Il problema neurologico della coscienza è soltanto un caso speciale del problema cosmologico che abbraccia in sè tutti gli altri, il problema della sostanza. Se noi avessimo compreso l'essenza della materia e della forza, si potrebbe anche comprendere come la sostanza, che ne è il fondamento, possa, sotto determinate condizioni, sentire, desiderare e pensare. La coscienza è, come la sensazione e la volontà degli animali superiori, un lavoro meccanico delle cellule gangliari, e si deve come tale ricondurre a processi fisici e chimici che avvengono nel plasma di queste. Inoltre, applicando i metodi genètici e comparativi, arriviamo alla convinzione che la coscienza — ed insieme anche la ragione — non è affatto una funzione cerebrale esclusiva dell'uomo; al contrario questa si riscontra anche in molti animali superiori, non solo vertebrati ma anche articolati. La coscienza dell'uomo è diversa solo a gradi, per uno sviluppo maggiore, da quella degli animali più perfetti, e lo stesso vale per le altre attività spirituali dell'uomo.

Per questi ed altri risultati della fisiologia comparata, tutta la nostra psicologia viene posta su una nuova e solida base monistica. Viene così confutata quella vecchia idea mistica dell'anima, che si trova nei popoli selvaggi, ma anche nei sistemi di filosofi dualisti dei giorni nostri. Secondo questa « l'anima » dell'uomo (— e degli animali superiori?) sarebbe un ente speciale che abita e regge il corpo solo durante la sua vita individuale, e lo abbandona alla morte. La « teoria del cembalo », molto estesa, paragona l'« anima immortale » ad un suonatore di pianoforte che suona sull'istrumento del corpo mortale un pezzo interessante, la vita individuale, e che alla morte si ritira nel mondo di là. È vero che quest'anima immortale viene spacciata al solito per un essere immateriale; in realtà però viene concepita del tutto materiale, solo come un essere più fino ed invisibile, aeriforme o gassoso, o simile alla mobile, leggerissima e sottilissima sostanza dell'etere, come l'ammette oggi la fisica. Lo stesso vale anche per la maggior parte delle immagini, che i rozzi popoli selvaggi e le classi incolte dei popoli civili, si sono formati degli spiriti strepitanti e degli dèi. Una riflessione profonda mostra che anche qua — come negli inganni dei moderni spiritisti — non si tratta di esseri veramente immateriali, ma di corpi gassosi, invisibili. In generale non siamo capaci d'immaginarci in qualche maniera, in modo comprensibile degli esseri veramente immateriali. Come già Goethe aveva riconosciuto chiaramente « la materia » non può mai esistere ed avere un'azione senza lo spirito, e lo spirito mai senza la materia.

Quanto all'immortalità, questo concetto importante subisce notoriamente le più diverse interpetrazioni ed applicazioni. Si rimprovera spesso al nostro monismo che esso neghi assolutamente l'immortalità; questo però non è esatto. Al contrario noi riteniamo la stessa, in senso strettamente scientifico, quale un concetto fondamentale indispensabile della nostra filosofia naturale monistica. Immortalità in senso scientifico è la conservazione della sostanza; dunque la cosa stessa che la fisica definisce conservazione della forza, la chimica conservazione della materia. Tutto il Cosmo è immortale. Come nessuna particella di materia o forza sparisce mai dall'universo, così non si può pensare che ciò succeda degli atomi del nostro cervello e delle forze dello spirito nostro. Colla nostra morte sparisce soltanto la forma individuale di quella sostanza nervosa, e l' « anima » personale che ne rappresentava il lavoro. Le combinazioni complicate di quella massa nervosa si mutano per scissione in altre combinazioni, e le forze vive che da quella vengono prodotte si trasformano in altre forme di movimento.

Il gran Cesare morto è argilla umìl diventato,
adesso tappa un buco in faccia all'aspro Nord.

Ora intonaca un muro, dal vento infuriante percosso,
la polve che faceva prima tremare il mondo.

Del tutto insostenibile è all'incontro l'idea di una immortalità personale. Se questa viene ancora sostenuta in vaste sfere, ciò si spiega colla legge fisica dell'inerzia; perchè la forza d'inerzia si fa valere come in tutti gli altri corpi naturali anche nel campo delle cellule gangliari del cervello. — Antichissime idee ereditate per molte generazioni vengono conservate dal cervello umano colla più grande tenacità, specialmente se nella prima gioventù vengono inculcate come dogmi incrollabili nella mente bambina. — Questi « dogmi ereditarii » hanno una radice tanto più forte quanto più s'allontanano dalla conoscenza ragionevole della natura e si nascondono nel misterioso manto d'invenzioni mitologiche. Nel dogma dell'immortalità personale ci si aggiunge ancora il supposto interesse, che l'uomo crede d'avere alla sua continuazione individuale dopo la morte, e la speranza scusabile che in un oltretomba beato gli venga dato un compenso per le speranze deluse ed i molti dolori della vita terrena. Erroneamente si sostiene spesso da parte di numerosi partigiani dell'immortalità personale, che questo dogma sia un concetto innato e comune a tutte le persone ragionevoli e che tutte le religioni più perfette lo insegnino. Questo è inesatto. Nè il Buddismo nè la religione Mosaica contenevano originariamente il dogma dell'immortalità dell'anima, ed egualmente la maggior parte delle persone colte dell'antichità classica non ci credevano, specialmente durante il fiorire più rigoglioso della Grecia. La filosofia monistica di quei tempi, che già 500 anni avanti Cristo si alzò a sì meravigliosa altezza di speculazione, non conosceva questo dogma. Soltanto per opera di Platone e Cristo esso venne sviluppato maggiormente e acquistò poi nell'evo medio un'estensione tanto generale, che soltanto raramente qualche pensatore coraggioso osava contraddirlo apertamente. L'opinione che la convinzione dell'immortalità personale influisca nobilitando in modo speciale la natura etica dell'uomo, non viene sostenuta dalla raccapricciante storia dei costumi del medio evo, nè dalla psicologia dei popoli selvaggi (17).

E se una scuola invecchiata della psicologia puramente speculativa sostiene ancora oggidì codesto dogma irragionevole, questo è un anacronismo deplorevole. Sessant'anni fa questo si poteva scusare, perchè allora non si conoscevano esattamente nè la struttura minuta del cervello, nè la funzione fisiologica delle sue singole

parti; gli organi elementari di questi, le microscopiche cellule gangliari, erano quasi sconosciute e così pure l'anima cellulare dei protisti; dello sviluppo ontogenetico si avevano solo idee molto imperfette, della filogenia non se ne aveva nessuna affatto.

Tutto ciò s'è affatto cambiato nell'ultimo mezzo secolo. La fisiologia moderna ha già dimostrato in gran parte la localizzazione delle singole attività dello spirito, la dipendenza loro da determinate parti del cervello; la psichiatria ha dimostrato che questi processi psichici vengono turbati o annientati, se queste parti del cervello s'ammalano o degenerano. L'istologia delle cellule gangliari ci ha svelato la loro struttura complicatissima e la loro posizione. Di significato decisivo però per questo problema importantissimo, sono diventate le scoperte dell'ultimo decennio sui processi più minuti nella fecondazione. Noi sappiamo ora che l'essenza di questa sta esclusivamente nella copulazione o fusione di due cellule microscopiche, la cellula-uovo femminile e la cellula spermatica maschile. Il momento in cui i nuclei di queste due cellule sessuali si fondono, indica con tutta precisione il momento in cui comincia l'esistenza del nuovo individuo umano. — La nuova « cellula stipite » (o « cellula-uovo fecondata ») contiene ormai potenzialmente — in embrione — tutte le qualità corporali e spirituali che il figlio eredita da ambedue i genitori. Evidentemente contraddice alla ragione pura l'ammettere una vita eterna senza fine per un fenomeno individuale, il cui principio noi possiamo determinare con ogni esattezza coll'osservazione diretta dei sensi. In conseguenza in un giudizio ragionato della vita spirituale dell'uomo non possiamo immaginarci l'anima individuale nostra separata dal cervello, più che il movimento volontario del nostro braccio dalla contrazione dei suoi muscoli, o la circolazione del nostro sangue dall'attività cardiaca.

Contro questo concetto strettamente fisiologico si leva spesso anche oggidì il rimprovero di « materialismo », come si fa contro tutte le nostre vedute monistiche del rapporto di forza e materia, di spirito e corpo. Io ho già altre volte rilevato che con questa parola multilaterale non si dice nulla affatto; si potrebbe porre benissimo al suo posto, l'apparente sua antitesi « spiritualismo ». Ogni pensatore critico che conosce la storia della filosofia sa che tali parole assumono nel mutarsi dei sistemi i significati più diversi. Per il materialismo s'aggiunge la confusione fra il significato teorico e pratico; essi sono del tutto diversi. — Chiaro e non equivoco è invece il nostro concetto del monismo o della « filosofia unitaria »; per questo uno « spirito vivente immateriale » è altrettanto inconcepibile quanto una « materia morta senza spirito »; in ogni atomo ambedue sono indissolubilmente congiunti. Il concetto opposto del dualismo (o in altro sistema antinomico persino il pluralismo) considera spirito e corpo, forza e materia come due sostanze essenzialmente diverse; ma che ciascuna delle due possa esistere o venire avvertita da sola, non si può dimostrare con una sola prova empirica.

Con questo breve accenno delle grandissime conseguenze della teoria monistica dell'evoluzione, penetro anche in un campo importantissimo, a cui anche il nostro oratore ha fatto nella sua conferenza diverse allusioni, il campo, cioè, della religione, e la « credenza in Dio » che vi va unita. Al pari di lui anche io credo della massima importanza la formazione di concetti filosofici ben chiari su questo argomento fondamentale di fede, e vorrei perciò pregare quest'alto consesso di permettermi di fare in questa solenne occasione un'aperta professione di fede. — Questa « confessione monistica », dovrebbe essere tanto più degna di spregiudicata considerazione, inquantochè ad essa partecipano, secondo la mia salda convinzione, nove decimi di tutti i naturalisti viventi; anzi io credo che a questa confessione debbano partecipare tutti

i naturalisti che soddisfino a queste quattro condizioni: 1° Cognizioni sufficienti delle scienze naturali in generale, ed anzitutto della moderna teoria dell'evoluzione; 2° sufficiente acutezza e chiarezza di raziocinio per trarre coll'induzione e colla deduzione le conseguenze logiche di quelle cognizioni empiriche; 3° coraggio morale sufficiente per sostenere le convinzioni monistiche così acquistate di fronte agli attacchi dei sistemi nemici dualistici e pluralistici; 4° forza intellettuale sufficiente per liberarsi, fondandosi sul proprio e sano raziocinio, dai pregiudizi religiosi dominanti, e specialmente da quei dogmi insensati che ci vengono inculcati dalla prima gioventù come « rivelazioni religiose incrollabili ».

Se da questo libero punto di vista di pensatori consideriamo comparativamente tutte le numerose religioni dei diversi popoli, saremo anzitutto costretti ad eliminare come insostenibili tutti quei concetti che stanno in aperta contraddizione colle teorie che le scienze naturali sperimentali hanno chiaramente riconosciute e stabilite per mezzo della ragione critica. Noi possiamo quindi trascurare senz'altro tutti i racconti mitologici, tutti « i miracoli » e tutte le cosidette « rivelazioni » che dovrebbero essere giunte a noi per vie soprannaturali. Tutte queste teorie mistiche sono insensate, perchè non vengono assodate da nessuna vera esperienza, ed invece sono incompatibili coi fatti a noi noti e stabiliti dalle razionali scienze naturali. Questo vale tanto per le leggende del ciclo cristiano e mosaico quanto per quelle del ciclo maomettano ed indiano. — Se noi trascuriamo dunque tutti i dogmi mistici e tutte le rivelazioni metafisiche, resta, come preziosissimo ed inestimabile nocciolo della vera religione, l'etica purificata e fondata sopra una sensata antropologia (19).

Fra le numerose e varie forme religiose che dai più rozzi principii preistorici si sono sviluppate in più di 10000 anni, sono senza dubbio le più elevate quelle due religioni che ancora oggidì godono la maggiore estensione fra i popoli civili, il Buddismo più antico e il Cristianesimo più recente. Ambedue hanno molti tratti comuni sia nella loro mitologia sia nell'etica; anzi una buona parte del Cristianesimo è tratta direttamente dal Buddismo indiano, come un'altra parte dalle dottrine mosaiche e platoniche. Ma oggi dal nostro punto di vista di popoli civili, l'etica cristiana ci appare di gran lunga più perfetta e pura che quella di tutte le altre religioni. Naturalmente dobbiamo aggiungere subito, che proprio i cardini più importanti e più nobili dell'etica cristiana — l'amor del prossimo, l'osservanza del dovere, l'amore alla verità e l'ubbidienza alle leggi — non sono per nulla proprie della fede cristiana, ma sono di origine ben più antica. La psicologia popolare comparata dimostra, che questi fondamenti etici erano più o meno riconosciuti ed esercitati da alcuni popoli civili antichi, già alcuni millennii prima di Cristo.

Come legge morale più elevata della religione razionale resta l'amore dell'umanità; e precisamente nell'equilibrio naturale fra egoismo ed altruismo, fra amore di se stesso ed amore degli altri. — « Ciò che desideri che gli altri facciano a te, ciò fa pure a loro »; questo altissimo comandamento naturale veniva predicato e seguìto già molti millennii prima che Cristo dicesse: « Ama il tuo prossimo come te stesso ». Questo principio fu in ogni tempo considerato come naturalissimo nella famiglia umana, perchè già ereditato come « istinto etico » dai nostri antenati animaleschi. Esso si riscontra nello stesso modo e con significato più largo già nelle primitive comunità ed orde dei popoli selvaggi più antichi, come pure nelle mandre di scimie e di altri mammiferi sociali. « L'amore del prossimo », vale a dire il reciproco appoggio, reciproca cura e difesa, ecc., appare già in questi animali socievoli come dovere sociale; perchè senza di esso non è

possibile l'esistenza duratura di quelle società. Quindi se anche quei fondamenti morali si sono più tardi maggiormente sviluppati nell'uomo, ciò nullameno la loro fonte preistorica più antica si trova, come ha dimostrato Darwin, negli istinti sociali degli animali. Tanto nei vertebrati superiori (cani, cavalli, elefanti, ecc.) quanto negli articolati superiori (formiche, api, termiti, ecc.) la convivenza in società ordinate, necessita lo sviluppo di rapporti e doveri sociali; questi sono diventati anche per l'uomo civile le leve più importanti del progresso intellettuale e morale.

Indubbiamente l'odierna cultura umana deve una buona parte della sua perfezione allo sviluppo ed all'ingentilimento della morale cristiana, sebbene l'alto valore suo sia stato spesso pregiudicato in modo doloroso dall'unione con miti insostenibili e con le così dette rivelazioni. Quanto poco quest'ultime servano allo sviluppo della prima, mostra il noto fatto storico, che appunto l'ortodossia e la gerarchia che è fondata su quella (ed anzitutto il papismo) (18) si dànno meno cura di adempiere i comandamenti di quell'etica; quanto più alto ne predicano la teoria tanto meno ne adempiono essi stessi in pratica i precetti.

Inoltre bisogna considerare che un'altra importantissima parte della nostra cultura e della morale moderna si è sviluppata affatto indipendentemente dal Cristianesimo, in ispecie per la ininterrotta cultura dei tesori intellettuali dell'antichità classica. Lo studio profondo dei classici greci e latini vi ha contribuito senza dubbio più che quello dei padri cristiani della Chiesa. Vi si aggiunge di più nel nostro secolo, chiamato già ora con ragione « il secolo delle scienze naturali », l'immenso progresso della più alta cultura intellettuale, che dobbiamo alla conoscenza superiore della natura ed alla filosofia monistica che in quella è fondata. Che questo debba anche far progredire e nobilitare la nostra etica è indubitabile e si è dimostrato nel corso degli ultimi tre decennii da molti eccellenti scritti (di Spencer, di Carneri e di altri) (19).

Contro quest'etica monistica, che si fonda sulle scienze naturali razionali, fu mosso il rimprovero che essa seppellisca la cultura attuale e faccia progredire specialmente le tendenze, contrarie alla cultura, della moderna democrazia sociale. Noi crediamo affatto ingiustificato questo rimprovero. L'applicazione di principii filosofici alla vita pratica, e specialmente alle questioni sociali e politiche, può farsi nei modi più diversi. Il così detto « liberalismo » politico non ha nulla a che fare col « libero pensiero » della nostra religione naturale monistica. Oltre a ciò io sono persuaso che l'etica razionale di quest'ultima, non stia affatto in contraddizione colla parte buona e veramente di grande pregio della morale cristiana, e che unita a questa servirà anche per l'avvenire al vero progresso dell'umanità.

Naturalmente è ben altra cosa se si tratta della mitologia cristiana e della forma speciale della credenza in Dio fondata su quella. In quanto quest'ultima racchiude l'idea di un cosidetto « dio personale », essa è divenuta affatto insostenibile per gli ultimi progressi delle scienze naturali monistiche. Del resto è stato dimostrato da eminenti antesignani della filosofia naturale, già da più di duemila anni, che col concetto di un « dio personale creatore e reggitore dell'universo » non si è guadagnato nulla per una nozione veramente razionale dell'universo. Chè se anche si dà una risposta al problema della « creazione universale » nell'usuale senso triviale, ammettendo l'attività meravigliosa di un dio finalista che risiede al di fuori dell'universo, si solleva subito una nuova domanda: « Donde viene questo dio personale? E che ha fatto prima della creazione del mondo? Donde prese il materiale per crearlo? ecc. ». Perciò nel campo della filosofia veramente scientifica, il

concetto di un « dio personale » antropomorfo perderà ogni valore prima dello spirare del secolo; il concetto corrispondente di un « demonio personale » (contrapposto al primo e ritenuto giusto dalla generalità, ancora nel secolo scorso) è abbandonato definitivamente dalle persone colte d'oggidì.

Incidentalmente diremo, che l'anfiteismo che crede a Dio ed al diavolo, s'adatta del resto molto meglio ad una spiegazione razionale dell'universo, che il monoteismo puro. Il più sviluppato è forse l'anfiteismo nella religione dello Zenda dei Persiani, fondata da Zoroaster (o Zarathustra, l' « astro d'oro ») già 2000 anni avanti Cristo. In questa Ormuzd il dio della luce e del bene è sempre in lotta con Ahriman, il dio delle tenebre e del male. In modo simile la lotta costante di un principio benefico e di uno malefico è personificato anche nella mitologia di molte altre religioni anfiteiste; nell'Egitto antico il buon Osiride combatteva col cattivo Tifone, nell'India antica Visnù il conservatore, stava di fronte a Siva il distruttore, ecc.

Se si vuole davvero tenere per base di un concetto dell'universo l'idea del « dio personale », l'anfiteismo spiega molto semplicemente i mali ed i difetti di questo mondo come l'effetto del principio malefico e del « diavolo ». Il monoteismo puro invece, che è base della religione primitiva di Mosè e così pure di quella di Maometto, non ne può dare una spiegazione ragionevole. Se l'unico dio di queste è veramente un ente assolutamente buono e perfetto, egli dovrebbe creare perfetto anche il suo mondo. Un mondo organico così imperfetto e pieno di mali come esiste sulla terra, egli non l'avrebbe potuto affatto inventare.

Queste considerazioni acquistano valore se ci approfondiamo di più nello studio naturale della biologia moderna; qui Darwin avanti tutti ci ha aperti gli occhi trentatre anni or sono colla sua teoria della lotta per l'esistenza e con quella della selezione naturale che sulla prima si fonda. Da allora noi sappiamo che tutta la natura organica del nostro pianeta esiste solo per una lotta senza pietà di tutti contro tutti. Migliaia d'animali e piante debbono perire giornalmente in ogni luogo della terra, perchè singoli individui scelti si conservino e gioiscano della vita.

Ma anche l'esistenza di questi pochi privilegiati è una lotta costante contro la minaccia di pericoli d'ogni specie. Migliaia di germi pieni di speranza muoiono inutilmente ogni minuto. La feroce lotta d'interessi nella società umana non è che una pallida immagine dell'incessante e crudele lotta per l'esistenza, che domina tutto il mondo vivente. — La bella fantasia della « bontà e sapienza di Dio nella natura », che da fanciulli, ancora cinquant'anni or sono, si ascoltava con devozione, non trova oggi più chi ci creda, almeno fra la gente colta e pensante. Essa è stata annichilita dalla nostra conoscenza più profonda dei rapporti reciproci tra gli organismi, dai progressi della zoologia e sociologia, della parassitologia e patologia.

Tutti questi fatti sconsolanti e immutabili — il vero « lato oscuro della natura » — diventano comprensibili alla credenza religiosa per l'anfiteismo; esse appaiono come « opere del diavolo » che combatte e turba l'ordinamento universale perfetto e morale del « buon dio ». Restano invece incomprensibili per il monoteismo puro che riconosce un dio solo, un solo essere altissimo e perfetto. Se con tutto ciò si ha sempre in bocca « l'ordine morale dell'universo », ciò significa che si chiudono gli occhi davanti ai fatti innegabili della storia universale e della storia naturale.

In base a queste considerazioni comprendiamo difficilmente, come mai la grande maggioranza delle cosidette « persone colte » dichiari, ancora al giorno d'oggi, principio fondamentale e indispensabile della religione, la credenza ad un « dio personale »,

mentre d'altro canto respinge come superstizione del medio evo, ormai vinta, la credenza in un « diavolo personale ». Nei « cristiani colti » questa inconseguenza è doppiamente incomprensibile e censurabile, formando ambedue i dogmi ugualmente parte integrale di ogni professione di fede veramente cristiana. È noto che il « diavolo personale » ha nel Nuovo Testamento una parte molto importante sotto le spoglie di « Satana tentatore, seduttore, principe dell'inferno, signore delle tenebre », ecc., mentre esso non compare negli scritti più antichi del Vecchio Testamento. Perfino il nostro grande riformatore Martino Lutero, che « gettò al diavolo » tanta cianfruscaglia di dogmi, non si potè liberare dalla convinzione dell'esistenza reale e dell'antagonismo personale di Belzebù: si pensi solo alla storica macchia d'inchiostro della Wartburg. Inoltre la nostra arte figurativa cristiana ha immaginato Satana in migliaia di quadri e di altre rappresentazioni figurative, colla incarnazione stessa dei tre buoni dèi personali, colla cui unione nella « persona una e trina » la ragione umana si tormenta indarno da diciotto secoli. L'impressione profonda che queste rappresentazioni concrete ripetute milioni di volte esercitano specialmente sullo spirito dei bambini, è tenuta al solito in troppo poco conto; essa porta certo una gran parte di colpa se questi miti insensati si mantengono costantemente sotto la maschera di « verità religiose », a dispetto di tutte le obbiezioni della ragione.

Teologhi cristiani liberali hanno ben tentato molte volte di eliminare il « diavolo personale » dalla dottrina religiosa cristiana, e di conservarlo solo come l'idea personificata della menzogna, come lo « spirito del male ». Ma allora collo stesso diritto possiamo anche porre al posto del dio personale l'idea personificata della verità, lo « spirito del bene ». A questo concetto non abbiamo nulla da opporre, anzi vediamo in esso un ponte preziosissimo, che congiunge il paese meraviglioso della poesia religiosa, col regno luminoso della conoscenza scientifica della natura.

La nostra « idea monistica di Dio » che solo si adatta all'odierna conoscenza più alta della natura, riconosce lo « spirito di Dio in ogni cosa ». Essa non può più vedere in Dio un « essere personale », il che in altre parole significa, un individuo di una estensione limitata nello spazio o magari di forma umana. Al contrario « Dio » è ovunque. Come disse già Giordano Bruno: « Uno spirito c'è in ogni cosa, e non c'è un corpo così piccolo, che non contenga in sè una parte della sostanza divina, da cui è animato ». Ogni « atomo » è perciò animato e così pure « l'etere universale »; si può quindi designare « Dio » come la somma infinita di tutte le forze della natura, come la somma di tutte le forze atomiche e di tutte le vibrazioni dell'etere. Si arriva essenzialmente allo stesso punto se l'egregio signore oratore che mi precedette, definisce Dio come « la più alta legge universale » e rappresenta ciò come « l'opera dello spazio generale ». Non si tratta del nome in questo principio altissimo di fede, ma dell'unità del concetto fondamentale, dell'unità di dio ed universo, di spirito e natura. Al contrario l' « omoteismo », il concetto antropomorfo di Dio, abbassa questo altissimo concetto cosmico ad un vertebrato allo stato gassoso (20).

Fra i varii sistemi di panteismo, che hanno già da molto tempo sviluppato più o meno chiaramente il concetto monistico di Dio, è certo il più perfetto quello di Spinoza. A questo sistema ha concesso, come è noto, il tributo della sua più alta ammirazione ed approvazione lo stesso Goethe. Di altri uomini insigni che confermarono in questo senso panteista la loro religione naturale vogliamo nominare qua ancora due dei più grandi principi tedeschi: Federigo II di Hohenstaufen e Federigo II di Hohenzollern; due dei più grandi naturalisti, Laplace e Darwin. Mentre noi associamo la nostra

professione di fede panteista a quella di questi insigni e liberi spiriti, vogliamo solo far risaltare ancora che questa ha avuto negli ultimi tre decennii una base empirica non presentita per lo innanzi, per mezzo di meravigliosi progressi nella conoscenza della natura.

Il rimprovero dell'ateismo che si solleva anche oggidì contro il nostro panteismo e contro il monismo che ne è la base, non trova più nessuna eco nelle sfere colte dell'epoca presente. Certo anche al principio di quest'anno l'attuale cancelliere dell'impero potè porre nella Camera prussiana dei deputati lo strano dilemma: « O un concetto cristiano dell'universo o uno ateo », ciò accadde nella difesa di quella famigerata legge per le scuole popolari, che era destinata a consegnare a mani legate la nostra educazione scolastica alla gerarchia papale (18). La grande distanza che separa questa deformità degenerata dalla religione cristiana, dal puro cristianesimo originario, non è maggiore di quella che separa quel dilemma medioevale dalla colta coscienza religiosa dei giorni nostri. Certo a chi crede esercizio di vera religione cristiana l'adorazione di vecchi capi di vestiario e di bambole di cera, o il salmodiare automatico di messe e rosari; a chi crede a reliquie miracolose e chiede perdono dei suoi peccati colla compera delle indulgenze e coll'obolo di San Pietro, a quello lasciamo volentieri le pretese su un' « unica religione che rende beati »: di fronte a questi idolatri vogliamo passare volentieri per atei.

Lo stesso fondamento dell'accusa d'ateismo e di eresia lo ha anche il rimprovero tanto spesso ripetuto, che il nostro monismo distrugga la poesia e non soddisfi ai bisogni del sentimento dell'uomo; specialmente l'estetica — un campo senza dubbio importantissimo tanto nella filosofia teoretica che nella vita pratica — dovrebbe venir compromessa dalla filosofia naturale monistica. Già David Federigo Strauss, uno dei nostri estetici più acuti e uno degli scrittori più nobili ha confutato questo rimprovero e mostrato proprio al contrario che il culto della poesia e del bello è destinato a sostenere una parte molto maggiore nella nostra « nuova fede ». A voi, onorevoli signori, naturalisti e amanti della natura, non ho bisogno di spiegare quanto ogni penetrazione più profonda della nostra intelligenza nella spiegazione dei segreti della natura, riscaldi anche il nostro sentimento, apporti nuovo nutrimento alla nostra fantasia e allarghi il nostro concetto del bello. Per persuadersi quanto siano strettamente uniti tutti questi rami della più alta attività spirituale dell'uomo, come la conoscenza del vero sia congiunta immediatamente coll'amore al bene e col culto del bello, basta citare un nome solo, il maggior genio tedesco: Wolfgango Goethe.

Se fino ad ora il significato estetico della nostra religione naturale monistica come pure il suo valore etico, sono penetrati poco nella coscienza delle persone colte, ciò dipende principalmente dalla nostra istruzione scolastica difettosa. Negli ultimi decennii s'è invero parlato e scritto molto di riforme scolastiche e di principii educativi, ma si avverte ben poco un progresso sensibile. Anche qui domina la legge fisica dell'inerzia, anche qui — e in un modo affatto speciale nelle scuole tedesche — la scolastica del medioevo possiede una forza d'inerzia di fronte alla quale la riforma scolastica razionale deve a fatica conquistare terreno passo a passo. Anche in questo campo importantissimo, da cui dipendono il benessere ed il malessere delle generazioni future, non ci sarà alcun miglioramento, finchè la conoscenza monistica della natura non sarà riconosciuta sua base solida ed indispensabile.

La scuola del secolo ventesimo, fiorendo su questa nuova e solida base, non dovrà svelare alla crescente gioventù solo le meravigliose verità dell'evoluzione universale, ma anche l'inesauribile tema delle bellezze, che sono nascoste in ogni parte di questa.

Sia che noi ammiriamo lo splendore delle alte montagne o il mondo meraviglioso del mare, sia che si osservino col telescopio le meraviglie infinitamente grandi del cielo stellato, o col microscopio le meraviglie ancora più sorprendenti della vita estremamente piccola, da per tutto la natura-dio ci apre una sorgente inesauribile di diletti estetici. La maggior parte dell'umanità è passata fino ad ora cieca ed ottusa in mezzo a questo splendido e meraviglioso mondo terreno, una teologia inferma e non naturale ne la ha distolta come da una « valle di lacrime ». Ora bisogna finalmente aprire gli occhi allo spirito umano che potentemente progredisce, bisogna mostrargli che la vera conoscenza della natura soddisfa pienamente non solo le indagini della sua ragione, ma anche le brame del suo sentimento.

Lo studio monistico della natura come conoscimento del vero, l'etica monistica come educazione al bene, l'estetica monistica come culto del bello, questi sono i tre rami principali del nostro monismo; col loro sviluppo armonico e concatenato raggiungiamo quel vincolo fra religione e scienza che veramente soddisfa, e la cui mancanza è ancora sentita tanto dolorosamente da molti. Il vero, il bene ed il bello sono le tre sublimi divinità, dinanzi a cui pieghiamo devotamente le ginocchia: nella loro unione naturale, e nel completarsi a vicenda otteniamo il puro concetto di Dio (21). A questo « ideale di Dio uno e trino » a questa naturale trinità del monismo inalzerà altari il secolo ventesimo che s'avvicina.

Dieci anni or sono io assistetti alle feste per il terzo centenario dell'Università di Würzburg, nella quale io stesso quarant'anni or sono aveva cominciato i miei studii medici e continuati per sei semestri; lo splendido discorso d'occasione fu tenuto nella chiesa dell'Università dal rettore d'allora, dall'insigne chimico Giovanni Wislicenus. Egli chiuse i suoi augurii di benedizione colle parole: « questo compia Iddio, lo spirito del bene e del vero »; io ci aggiungo: « e lo spirito del bello ». In questo senso dedico anch'io alla vostra Società dei naturalisti delle provincie orientali in questa solenne occasione i miei migliori augurii. Possa la ricerca dei segreti della natura fiorire e prosperare anche in questo angolo nord-est della nostra terra turingica, e possano i suoi frutti scientifici maturanti qua in Altenburg non essere di minore utilità per la cultura dello spirito e per il promovimento di una vera religione, che quelli che 370 anni or sono il grande riformatore Martino Lutero produsse nell'angolo nord-ovest della Turingia, nella Wartburg presso Eisenach.

In mezzo fra Wartburg ed Altenburg giace al confine settentrionale della Turingia la classica città delle muse, Weimar, e là vicino l'Università delle nostre terre, Jena. Io considero come buon augurio che proprio in questo momento una festa ben rara abbia riunito a Weimar i serenissimi reggitori dell'Università di Jena, i protettori della libera ricerca e del libero insegnamento (22). Nella speranza che la loro protezione ed il loro aiuto ci saranno conservati anche per l'avvenire, chiudo la mia professione di fede monistica colle parole: « Questo compia Iddio, lo spirito del bene, del bello e del vero ».

ANNOTAZIONI

1. **Principii di fede naturalistici.** — Nel discorso solenne che il prof. Schlesinger tenne su questo tema il 9 ottobre in Altenburg, egli accennò con ragione (nel senso di Kant) ai confini della conoscenza della natura che ci sono determinati dall'imperfezione dei nostri sensi. — Noi possiamo però riempire le lacune che le indagini empiriche lasciano necessariamente aperte nel campo della scienza, con ipotesi, con supposizioni più o meno verosimili. — Queste presentemente non le possiamo dimostrare con sicurezza, ma ci è lecito utilizzarle per la spiegazione dei fenomeni, in quanto non si oppongano alle logiche cognizioni naturali. Siffatte ipotesi razionali sono principii di fede scientifici, e quindi molto diversi dai cosidetti principii di fede ecclesiastici o dogmi religiosi. Quest'ultimi sono o mere invenzioni (senza alcuna dimostrazione empirica) o semplicemente illogici (in contraddizione colla legge di causalità). Un'ipotesi razionale di significato fondamentale è per esempio la credenza nell'unità della materia (la composizione degli elementi da atomi primitivi), la credenza nella generazione spontanea, la credenza al principio dell'unità di tutti i fenomeni naturali come lo sostiene il Monismo (V. su questo argomento la mia *Morfologia generale*, vol. I, pagg. 105 e 164, ecc., nonchè la *Storia della creazione naturale*, 8ª edizione, 1889, pagg. 21, 360 e 795. Traduzione italiana, Unione Tipografico-Editrice di Torino). — E poichè tanto i processi più semplici della natura anorganica, quanto i fenomeni più complicati della vita organica si possono ricondurre alle stesse forze naturali, e poichè inoltre queste possiedono alla lor volta il loro comune fondamento in un principio originario unico che riempie tutto l'infinito spazio dell'universo, si può considerare quest'ultimo (l'etere universale) come una divinità universale e fondare su ciò questa proposizione: « la credenza in Dio è conciliabile colle scienze naturali ». In questa concezione panteistica come pure nella critica del materialismo unilaterale sono d'accordo col professore Schlesinger, mentre all'incontro non posso non dissentire su una parte delle sue conclusioni biologiche e specialmente antropologiche. Vedi lo scritto suo: *Fatti e conclusioni sull'azione dello spazio universale* (*Mittheilungen aus dem Osterlande*, vol. V, Altenburg 1892).

2. **Unità della natura.** — Il principio dell'unità della natura anorganica ed organica, come pure la loro dipendenza genetica, credo sieno il fondamento principale del nostro Monismo. Io insisto espressamente su questo « principio di fede » perchè ancora oggi dei naturalisti di fama lo combattono talora. Non solo si rivanga di quando in quando sempre di nuovo la vecchia e mistica « forza vitale », ma si oppone anche alla teoria naturale della discendenza, la « meravigliosa » origine della vita organica dalla « morta » natura anorganica come un enigma insolubile, come uno dei « sette enigmi dell'universo » di Du Bois-Reymond (vedi il suo discorso su Leibnitz, 1880). La soluzione di questo enigma « trascendentale » dell'universo e l'unitovi problema dell'archigonia (la generazione spontanea in un senso ben determinato) si può solo trovare con un'analisi critica e con un confronto spregiudicato delle materie, delle forme e delle forze della natura anorganica e di quella organica. Questo feci già nel 1866 nel secondo libro della mia *Morfologia generale*, vol. I, pagg. 109-238 (*Ricerche generali sulla natura e sulla prima origine degli organismi; sui loro rapporti cogli anorganici e sulla loro divisione in animali e piante*). Un breve riassunto di ciò è contenuto nella XV conferenza della mia *Storia della creazione naturale* (8ª edizione. Traduzione italiana del dottor Daniele Rosa, Unione Tipografico-Editrice di Torino). Le difficoltà più gravi che allora si opponevano alla concezione monistica là esposta, si possono considerare essere ora svanite per i nuovi lumi sull'essenza del plasma, per la scoperta delle monere, per lo studio più accurato dei protisti unicellulari più affini, per il loro confronto colla cellula-stipite (o cellula-novo fecondata), come pure per la teoria chimica del carbonio. (Vedi i miei studi sulle monere ed altri protisti nella *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, volumi IV e V, 1868-1870. Vedi inoltre Carlo Naegeli, *Fondamento meccanico fisiologico della teoria della discendenza*, 1884).

3. **Religione degli animali.** — I primi principii di quelle funzioni cerebrali più elevate che designiamo come ragione e coscienza, religione e morale, esistono già innegabilmente negli animali domestici superiori (specialmente nei cani, cavalli e negli elefanti), e sono diverse dalle corrispondenti

delle razze umane inferiori, solo di gradi (non qualitativamente). Se le scimie, specialmente le antropoidi fossero state come i cani, addomesticate da millennii ed allevate nel più stretto contatto coll'uomo, la loro vicinanza all'attività spirituale dell'uomo sarebbe senza dubbio ancora più evidente. L'apparente profondo abisso che separa l'uomo da questi mammiferi elevatissimi « è determinato particolarmente da ciò che l'uomo unisce in sè parecchie eminenti qualità che compaiono solo divise negli altri animali, e precisamente: 1° il grado più alto di differenziazione della laringe (parola); 2° del cervello (anima); 3° delle estremità; 4° infine la stazione eretta. — La semplice e fortunata combinazione di un grado più alto di evoluzione di questi organi, solleva la maggior parte degli uomini tanto al disopra degli altri animali » (*Morfologia generale*, 1866, vol. II, pag. 430).

4. Ereditarietà di qualità acquisite. — Non essendo ancora appianata la disputa intorno a questa importante questione, dobbiamo accennare in quest'occasione, specialmente quali importanti ragioni vengano fornite per la sua decisione, e precisamente lo sviluppo degli istinti negli animali superiori, della parola e della ragione nell'uomo. « L'ereditarietà delle qualità acquisite nella vita individuale è una supposizione indispensabile della teoria monistica dell'evoluzione ». « Se questa si nega con Weisman e Galton, si esclude assolutamente l'azione trasformatrice dell'ambiente sulla forma organica » (*Antropogenia*, conf. XXIII; trad. italiana del Dott. Rosa; Unione Tip.-Editrice di Torino). Cf. inoltre gli scritti di Eimer, Weisman, Ray Lankester, ecc., là citati, come pure Ludwig Wilser, *L'ereditarietà dello spirito* (Heidelberg 1892).

5. Sistema teosofico della natura. — Fra tutti i tentativi più recenti della filosofia dualistica di dare allo studio della natura un fondamento teologico (e precisamente sulla base del monoteismo cristiano) l'*Essay on Classification* di Luigi Agassiz è di gran lunga il più importante, anzi l'unico degno di essere nominato. (Cf. su ciò la mia *Storia della creazione naturale*, conferenza III, come pure *I fini e le vie dell'odierna storia dell'evoluzione*, Jena 1875 (*Zeitschrift für Naturw.*, vol. X, Supplemento). Se or non è molto si è paragonato questa opera ingegnosa dell'erudito zoologo americano col miserabile lavoraccio del darwinista rinnegato Otto Hamann, si è fatto al primo un grave torto (vedi Annotazione 14).

6. Darwin e Copernico. — Sotto questo titolo il signor consigliere intimo Emilio du Bois-Reymond ha ristampato nel secondo volume dei suoi *Discorsi riuniti*, 1887, pagina 496, un'orazione ch'egli aveva tenuto il 25 gennaio 1883 nell'Accademia berlinese delle scienze. Avendo questo discorso, come l'oratore stesso dice in una nota (pag. 500), suscitato « molto immeritatamente » un gran rumore, ed avendogli attirato dei violenti attacchi da parte della stampa clericale, mi sarà permesso di far notare qui che lo stesso non contiene nessun pensiero nuovo. Perchè io stesso già quindici anni prima avevo svolto a fondo, il paragone fra Darwin e Copernico e dimostrati i meriti dei due eroi, per l'annientamento del concetto antropocentrico e geocentrico dell'universo, nelle mie conferenze « intorno all'origine ed all'albero genealogico del genere umano » (nella terza serie della raccolta di conferenze popolari scientifiche di Virchow e Holtzendorff, nn. 53 e 54, 1868, 4ª edizione, 1881). Se il signor Du Bois-Reymond dice: « Per me Darwin è il Copernico del mondo organico », io mi rallegro tanto più di vedere accettati da lui i miei pensieri (in parte colle stesse parole), in quanto egli stesso si mette inutilmente in opposizione a me. Lo stesso si dica della spiegazione delle « idee innate » per mezzo del Darwinismo che il signor Du Bois tenta nel suo discorso sui « pensieri di Leibnitz nella scienza naturale moderna » tenuto nel 1870 (*Discorsi riuniti*, vol. I). Anche qui le sue idee si accordano in modo rallegrante con quelle che io aveva svolte quattro anni prima nella mia *Morfologia generale*, vol. II, pag. 446 e nella *Storia della creazione naturale*, conferenza I, pag. 26; conferenza ultima, pag. 530, 1868. « Le leggi dell'eredità e dell'adattamento ci spiegano come le conoscenze *a priori* si sieno originariamente sviluppate da conoscenze *a posteriori*, ecc. ». Mi può solo lusingare di poter recentemente salutare nel famoso retore dell'Accademia di Berlino un amico e fautore della « storia della creazione naturale » che egli aveva designato prima un cattivo romanzo. Ma non si dovrebbe dimenticare perciò la sua parola alata, che gli alberi genealogici della filogenia, « hanno circa lo stesso valore, che agli occhi della critica storica hanno gli alberi genealogici degli eroi d'Omero » (*Darwin versus Galiani*, 1876).

7. La legge della conservazione della sostanza considerando rigorosamente appartiene ai « principii di fede naturalistici » e potrebbe essere il § 1° della nostra « religione monistica ». I fisici attuali considerano infatti in generale e con ragione la loro « legge della conservazione della forza » quale base incrollabile della loro conoscenza scientifica della natura (Roberto Mayer, Helmholtz); e così pure i chimici la legge fondamentale « della conservazione della materia » (Lavoisier). Solo

filosofi scettici potrebbero rilevare con risultato certe obbiezioni sia contro ciascuna di queste due leggi fondamentali, sia contro l'unione di tutte e due nella legge fondamentale suprema della « conservazione della sostanza ». In vero simili obbiezioni vengono ancora tentate continuamente da parte della filosofia dualistica, spesso sotto l'apparenza della critica prudente. Queste obbiezioni scettiche (in parte anche semplicemente dogmatiche) sembrano giustificate solo in quanto toccano il problema fondamentale della sostanza, il problema fondamentale dell' « unione della materia e della forza ». Se noi però riconosciamo quest'unico « confine della conoscenza della natura » ancora esistente, possiamo applicare affatto generalmente nei limiti di questo « la legge meccanica di causalità ». I complicatissimi cosidetti « processi psichici » (specialmente anche la coscienza) sono soggetti alla « legge della conservazione della sostanza » precisamente come i processi naturali meccanici più semplici quali oggetti della fisica e chimica inorganiche (Cfr. Annotazione 16).

8. Kant e il Monismo. — Riferendosi la nuova filosofia tedesca in grandissima parte a Emanuele Kant ed adorando in parte il grande filosofo di Königsberg in modo esagerato (perfino come infallibile), sia permesso di ricordare qua che il suo sistema della filosofia critica è un misto di monismo e dualismo. Di significato fondamentale saranno sempre i suoi principii critici della teoria della conoscenza, la dimostrazione che noi non possiamo conoscere la profonda e reale essenza della sostanza, la « cosa in sè » (o l' « unione della materia e della forza »); la nostra conoscenza resta di natura soggettiva; essa è condizionata dall'organizzazione del nostro cervello e dei nostri organi dei sensi, e può quindi comprendere solo il fenomeno, che l'esperienza ci trasmette dal mondo esterno. Ma entro questi « confini della conoscenza umana » è bene possibile una conoscenza monistica positiva della natura, in opposizione a tutte le fantasticherie dualistiche e metafisiche. Un tale grande fatto di riconoscimento monistico fu la cosmogonia meccanica di Kant e Laplace, il « tentativo dell'organizzazione e dell'origine meccanica di tutto l'edificio universale, trattato secondo i principii di Newton » (1755). In generale Kant conservò nel campo delle scienze naturali inorganiche il punto di vista monistico, dando valore unicamente al meccanismo nella spiegazione dei fenomeni. Nel campo delle scienze naturali organiche al contrario, egli lo riteneva giustificato bensì, ma non sufficiente; qua egli credeva di dover invocare necessariamente non solo le cause efficienti, ma anche le cause finali (Cfr. la V conferenza della mia *Storia della creazione naturale:* « Teoria dell'evoluzione di Kant e Lamark », cfr. inoltre Alberto Rau, *Kant e lo studio della natura. Un esame dei resultati del criticismo idealista per mezzo di quello realista. Kosmos*, vol. II, 1886). Così Kant giunse al piano inclinato della teologia dualistica, e più tardi alle sue insostenibili vedute metafisiche di « Dio, libertà e immortalità ». Probabilmente questi errori sarebbero stati evitati, se Kant avesse avuta una profonda cultura anatomo-fisiologica. È certo che allora le scienze naturali erano ancora nella culla. Io ho la ferma persuasione, che il sistema della filosofia critica di Kant, sarebbe stato ben diverso ed affatto monistico, se avesse potuto approfittare dei tesori impreveduti della conoscenza empirica, di cui oggi noi disponiamo.

9. L'etere universale. — In una geniale conferenza « intorno alle relazioni fra luce ed elettricità » tenuta da Enrico Hertz all'adunanza (62) di naturalisti e medici tedeschi a Heidelberg 1889, egli ha svolto l'importanza della sua splendida scoperta, così il campo dell'elettricità si estende su tutta la natura. Questo riguarda anche noi; noi sappiamo che abbiamo un organo elettrico, l'occhio. — Qua incontriamo il problema in generale delle azioni immediate in distanza. Esistono queste? In un'altra direzione troviamo il problema dell'essenza dell'elettricità. — Ed unito immediatamente a questo si solleva l'importante problema principale dell'essenza dell'etere, delle proprietà del mezzo che riempie lo spazio, della sua struttura, della sua quiete o del suo moto, della sua infinità o dei suoi limiti. Sempre più sembra che questo problema domini tutti gli altri, che la conoscenza dell'etere ci debba manifestare non solo l'essenza degli imponderabili d'una volta, ma anche l'essenza dell'antica materia stessa e delle sue qualità più interne, della gravità e dell'inerzia. — E la fisica odierna s'accosta alla questione, se per caso tutto, quello che è, non sia creato dall' « etere ». A questa questione rispondono affermativamente già alcuni filosofi monistici, così I. G. Vogt nella sua profonda opera intorno alla *Essenza dell'elettricità e del magnetismo sulla base di un concetto unitario della sostanza*, Lipsia 1891. Egli considera gli atomi di massa (o gli atomi primitivi del concetto cinetico della materia) come centri individualizzati di condensamento della sostanza continua che ininterrottamente riempie tutto lo spazio dell'universo: la parte mobile elastica di questa sostanza fra gli atomi ed in tutto lo spazio dell'universo è appunto l'etere. — A concetti simili era arrivato già prima in base a ricerche fisico-matematiche Giorgio Helm a Dresda; nel suo scritto « intorno la mediazione delle azioni in distanza per mezzo dell'etere » (*Annalen der Physick und Chemie*, vol. XIV, 1881) egli mostra « che per la spiegazione dell'azione in distanza e della radiazione

è necessaria l'ammissione di una materia sola, l'etere, vale a dire che per questi fenomeni, tutte le qualità che si possono attribuire ad una materia, sono senza influenza, ad eccezione di questa che la stessa si muova; o che nel concetto di etere non c'è bisogno di pensare ad altro che al « movibile ».

10. Atomi ed elementi. — Le ragioni numerose ed importanti che parlano in favore dell'ipotesi della natura composta dei nostri elementi empirici, sono stati trattati or non è molto da Gustavo Wendt, nel suo lavoro intorno l'*Evoluzione degli elementi, Abbozzo di una base biogenetica per la fisica e chimica*, Berlino 1891. — Cfr. anche Guglielmo Preyer, *Gli elementi organici e la loro posizione nel sistema*, Wiesbaden 1891; Vittorio Meyer, *Problemi chimici attuali*, Heidelberg 1890 e W. Crookes, *La genesi degli elementi*, Braunschweig 1888. Intorno ai varii modi di comprendere il concetto d'atomo, cfr. Filippo Spiller, *La teoria atomica nella forza primitiva nell'universo secondo la sua essenza e la sua azione in tutti i campi della natura*, Berlino 1886: I. Filosofia naturale; II. La teoria dell'etere universale; III. Il lato etico della considerazione della natura. — Intorno alla costruzione della massa dagli atomi, cfr. A. Turmer, *La forza e la materia nello spazio*, Lipsia 1886, 3ª edizione: I. Intorno la natura della materia e i suoi rapporti di relazione; II. Composizioni d'atomi; III. La natura delle molecole e la loro unione. Teoria della cristallizzazione.

11. La sostanza universale. — I rapporti dei due componenti originarii del cosmo, etere e massa, si possono forse rendere intanto alquanto evidenti coll'antitesi seguente (secondo una delle molte ipotesi):

Universo (Sostanza = Cosmo).

Etere universale (= « spirito »), (= sostanza mobile o attiva).	Massa universale (= « corpo »), (= sostanza inerte o passiva).
Capacità vibratoria.	*Forza d'inerzia.*
Funzioni principali: Elettricità, magnetismo, luce, calore.	Funzioni principali: Gravità, inerzia, affinità elettiva chimica.
Struttura: Dinamica; sostanza continua elastica non composta da atomi (?).	Struttura: atomica; sostanza discontinua non elastica, composta d'atomi (!).
Teosoficamente: « Dio creatore » (sempre in movimento).	Teosoficamente: « universo creato » (formato in quiete).
« Azione dello spazio universale ».	« Opera della condensazione dello spazio ».

12. Teoria dell'evoluzione universale. — Il significato fondamentale della teoria moderna della evoluzione e della filosofia monistica che vi si fonda, è chiaramente manifesto per il continuo aumento della sua ricca letteratura. — Gli scritti più importanti in proposito li ho citati nella nuova edizione della mia *Storia della creazione naturale*, 1889. Cfr. specialmente Carus Sterne (Ernesto Krause), *Divenire e distruggersi*, una storia dell'evoluzione di tutta la natura, trattata popolarmente, 3ª edizione, con 500 incisioni, Berlino 1886. Cfr. inoltre Ugo Spitzer, *Contributo alla teoria della discendenza ed alla metodologia nelle scienze naturali*, Graz 1886. — Alberto Rau, *La filosofia dello studio della natura di Luigi Feuerbach e la critica filosofica attuale*, Lipsia 1882. — Ermanno Wolff, *Kosmos. L'evoluzione universale secondo i principii monistico-psicologici sulla base dello studio esatto della natura*, Lipsia 1890.

13. Storia della stirpe. — Concetto e cómpito della filogenia o storia della stirpe, ho definito io dapprima nel 1866 nel sesto libro della mia *Morfologia generale*, vol. II, pagg. 301-422. — Il suo contenuto principale, come pure i suoi rapporti con l'ontogenia o storia dell'embrione, sviluppa in forma popolare la parte II della mia *Storia della creazione naturale*, 8ª ediz. 1889. L'applicazione speciale all'uomo d'ambedue i rami della storia dell'evoluzione, è tentata dalla mia *Antropogenia* (Lipsia 1874, 4ª ediz. rifatta ed accresciuta, 1891. Traduzione italiana del dott. Daniele Rosa, Unione Tip.-Editrice di Torino, 1894; parte I « Ontogenia », parte II « Filogenia »).

14. Oppositori della teoria della discendenza. — Dalla morte di Luigi Agassiz (1873) si considera quale unico oppositore, degno di nota, del darwinismo e della teoria della discendenza, Rodolfo Virchow; in ogni occasione (e così anche ora è poco a Mosca) egli li ha combattuti come « ipotesi non dimostrate ». Cfr. a proposito il mio scritto intorno alla *Libera scienza e libero insegnamento*. Una risposta al discorso di Monaco di Rodolfo Virchow sulla « libertà della scienza nello stato moderno » (Stuttgart 1878). Negli ultimi tempi si è associato inaspettatamente all'illustre patologo un compagno non chiamato, il dott. Otto Hamann, già libero docente a Göttingen. La sua pretesa confutazione delle vedute oggi generalmente accettate è intitolata: *Teoria dell'evoluzione e darwinismo*,

esposizione critica della moderna teoria dell'evoluzione, e dei tentativi di spiegarla, con speciale riguardo alla posizione dell'uomo nella natura (Jena 1892). Quello che Luigi Agassiz aveva tentato invano 25 anni or sono con molto acume e ricche cognizioni, lo tenta ora Otto Hamann con molto poco acume e con insufficienti cognizioni. Io conosco molto bene l'autore essendo egli da 13 anni mio allievo speciale, ed essendo stato mio assistente per diversi anni e posso affermare che egli sostenne sempre la teoria dell'evoluzione con zelo entusiastico. La perdita della cattedra di filogenia in Jena, a cui aspirava, lo mosse a tentare la sua fortuna colla parte avversaria. Egli passò improvvisamente nel campo del misticismo ortodosso e combatte la filogenia da lui sino allora sostenuta ed il darwinismo come le eresie più pericolose. Non vale la pena di confutare tutti gli svisamenti dei fatti nel libro di Hamann, perchè l'autore stesso non ci crede. Ai colleghi zoologi questo stato di cose è tanto noto che non ho bisogno di perdervi oltre neppure una parola. Non si deve, come è stato fatto recentemente, porre Hamann accanto a Virchow.

Per quanto si deplori la lotta di Virchow contro il darwinismo, si deve pure ammettere che essa si fondi su onesto convincimento, mentre per Hamann il caso è contrario.

15. **Psicologia cellulare.** — Cfr. in proposito il mio lavoro *Sull'anima delle cellule e cellule dell'anima* nella *Deutsche Rundschau*, fascicolo di luglio, 1878, ristampata nel 1° fascicolo della mia *Raccolta di conferenze popolari*; inoltre, *L'anima delle cellule e psicologia cellulare*, nel mio scritto intorno alla « libera scienza e libero insegnamento », Stuttgart 1878, pag. 83; *Storia della creazione naturale* (8ª edizione), e *Antropogenia* (4ª edizione). Cfr. inoltre Max Verworn, *Studii psico-fisiologici sui protisti*, Jena 1889; Paolo Carus, *L'anima dell'uomo, un'investigazione dei fatti della psicologia fisiologica e sperimentale*, Chicago 1891. Fra i tentativi più recenti di riformare la psicologia in senso monistico sulla base della teoria dell'evoluzione, si deve notare specialmente: Giorgio Enrico Schneider, *La volontà degli animali, esposizione sistematica e spiegazione degli istinti animali e della loro origine, sviluppo ed estensione nel regno animale, quale base di una teoria comparata della volontà*, Lipsia 1880. Cfr. anche l'opera complementare dello stesso: *La volontà umana, dal punto di vista della teoria moderna dell'evoluzione*, 1882. Cfr. inoltre la *Psicologia* di Erberto Spencer e la nuova edizione di Guglielmo Wundt, *L'anima dell'uomo e degli animali*, Lipsia 1892.

16. **La coscienza.** — Ancora sempre in numerosi scritti si mantiene la vecchia idea di Du Bois-Reymond (1871) che la coscienza umana sia da per sè un « enigma universale » insolubile, un fenomeno trascendentale, che stia in fondamentale antitesi a tutti gli altri fenomeni della natura. Proprio su queste vedute il dualismo fonda la sua asserzione, che l'uomo sia un essere affatto speciale e che la sua anima personale sia immortale. — Appunto per questo il discorso di Lipsia dell' « *ignorabimus* » di Du Bois-Reymond, viene invocato da vent'anni da tutti i sostenitori delle vedute mitologiche dell'universo, in appoggio delle stesse, e proclamato quale confutazione del « dogma monistico ». — La parola finale « *ignorabimus* » fu cambiata dal futuro in presente, e questo « *ignoramus* » vuol dire che « non sappiamo nulla in generale » ed ancora peggio, che « noi in generale non veniamo in chiaro di nulla e che ogni altra discussione resta oziosa ». Certo il famoso discorso dell' « *ignorabimus* » resta una significantissima opera d'arte retorica; esso è una « bella predica » di grande perfezione di forma e con rapido mutarsi d'immagini di filosofia naturale. — Ma è noto che la maggioranza (e specialmente il « bel sesso ») giudica una « bella predica », non dalle idee che veramente contiene, ma dal suo valore estetico di divertimento. Mentre Du Bois diverte esaurientemente il suo uditorio colle incredibili produzioni dello spirito di Laplace egli sorpassa alla fine la parte più importante del suo tema in undici brevi righe, e non tenta neppure la risposta alla sua domanda principale, se l'universo sia veramente « doppiamente incomprensibile ». Al contrario io ho tentato più volte di dimostrare che i due limiti della conoscenza della natura sono in realtà gli stessi; il fatto della coscienza e i suoi rapporti col cervello, non ci sono nè più nè meno enigmatici dei fatti della vista e dell'udito, che il fatto della gravitazione, che l'unione della materia e della forza (Confrontare il mio scritto sulla *Libera scienza e libero insegnamento*, Stuttgart 1878, pagg. 78, 82, ecc.).

17. **Immortalità.** — Forse in nessun principio di fede della Chiesa è tanto manifesta l'immagine grossolanamente materiale del dogma cristiano, quanto nella veneratissima dottrina della « immortalità personale » e della « risurrezione della carne » che vi va unita. Molto bene osserva a questo proposito Savage nella sua egregia opera sulla *Religione nella luce della teoria Darwiniana*, « una delle accuse che la Chiesa muove alla scienza si è che quest'ultima sia materialista. — Io vorrei incidentalmente richiamare l'attenzione sul fatto che tutti i concetti della Chiesa sulla vita futura sono sempre stati, e lo sono ancora, il più pretto materialismo. Il corpo materiale deve risorgere ed

abitare in un cielo materiale ». Cfr. in proposito anche Luigi Büchner, *La vita futura e la scienza moderna*, Lipsia 1889; Lester Ward, *Cause della credenza dell'immortalità* (*The Forum*, vol. VIII, sett. 1889); Paolo Carus, *L'anima dell'uomo. Un esame dei fatti della psicologia fisiologica e sperimentale*, Chicago 1891. Carus cita molto a proposito le idee antiche e moderne sulla luce e sull'anima. Come prima si spiegava la fiamma luminosa con un corpo speciale, il flogisto, così si spiegava l'anima pensante con una speciale sostanza gassosa dell'anima. Ora noi sappiamo che la luce della fiamma è una somma di vibrazioni elettriche dell'etere, e l'anima una somma dei movimenti plasmatici delle cellule gangliari. Di fronte a questi concetti scientifici, la dottrina della immortalità della psicologia scolastica possiede ad un dipresso il valore stesso che possiedono le immagini materiali dei Pellirossi sulla vita futura, che Schiller esprime nella lamentazione mortuaria nadonessica.

18. **Papismo.** — Fra i fatti del secolo decimonono più meravigliosi e più vergognosi per la ragione umana si è l'influenza permanente di quella potente gerarchia del Vaticano che noi chiamiamo brevemente papismo. È noto che questa caricatura moderna della religione cattolica è in aperto contrasto colla sua pura forma originaria. I voti della rinunzia e dell'amore del prossimo, della povertà e della castità, sono da gran tempo cambiati nel loro opposto. Le benedizioni etiche del cristianesimo puro, la cui unica base salda consiste nell'evangelo del Nuovo Testamento, sono diventate le maledizioni dei popoli civili per opera del papismo. Niente è più vergognoso per il neofondato impero tedesco che il vedere che una minoranza del centro ultramontano abbia acquistata già 20 anni dopo la fondazione di quello, un'influenza decisiva sulla sua sorte. La religione serve anche qua come manto per coprire scopi politici; ma per la perfezione dell'organizzazione gerarchica e per l'irragionevolezza delle masse ciecamente ubbidienti, oggi stesso il papismo diventa una potenza terribile.

19. **Etica monistica.** — Ogni etica, tanto la morale teoretica quanto quella pratica, è come « scienza di norma » in stretto legame col concetto dell'universo e quindi anche colla religione. — Questo principio fondamentale credo sia molto importante e l'ho sostenuto anche recentemente trattando dell' « etica e concetto dell'universo », in opposizione alla « Società tedesca per la coltura etica » fondata testè a Berlino; quest'ultima vuole insegnare e far progredire l'etica senza toccare i concetti dell'universo e la religione (Cfr. in proposito il nuovo periodico settimanale: *L'Avvenire*, pubblicato da Massimiliano Harden, Berlino 1892, nn. 5-7). Come io riconosco ragionevole solo la base monistica per tutta la scienza, così pretendo lo stesso anche per l'etica. Cfr. in proposito anzitutto gli scritti etici di Erberto Spencer e B. von Carneri, specialmente il suo ultimo ed eccellente scritto, *L'uomo moderno*, Bonn 1891; *Costumatezza e darwinismo*, 1871; *Evoluzione e felicità*, 1886. Cfr. inoltre Guglielmo Strecker, *Universo e umanità*, Lipsia 1892; Harald Höffding, *La base dell'etica umana*, 1880; come pure l'ultima grande opera di Guglielmo Wundt, *Etica, ricerca dei fatti e delle leggi della vita morale*, 2ª ediz., Stuttgart 1892.

20. **Omoteismo.** — Tutte le varie concezioni delle credenze religiose che attribuiscono al Dio personale delle qualità puramente umane, si possono unire colla designazione di omoteismo (o antropoteismo). Per quanto anche queste concezioni antropomorfe sieno diverse nelle religioni dualistiche e pluralistiche, pure tutte hanno comune l'indecoroso concetto che Dio (*theos*) sia somigliante all'uomo (*homo*) ed organizzato similmente a questo (omotipo). Nel campo della fantasia tali personificazioni sono ricercate e permesse. Nel campo della scienza non sono affatto tollerabili; esse sono doppiamente da respingersi dopo che noi sappiamo che l'uomo si è evoluto nella tarda età terziaria da mammiferi pitecoidi. — Ogni dogma religioso che rappresenta Dio come uno « spirito in forma umana », abbassa il medesimo ad un « vertebrato allo stato gassoso » (*Morfologia generale*, 1866, cap. 30, *Dio nella natura*). Il concetto « omoteismo » ha un doppio senso ed etimologicamente non è privo di mende, ma è più pratico che l'espressione strascicante di « antropoteismo ».

21. **Religione monistica.** — Fra i numerosi tentativi, fatti nel corso degli ultimi 20 anni, di riformare la religione in senso monistico sulla base della progredita conoscenza della natura, è senza dubbio il più importante l'opera classica di David Federigo Strauss, *La vecchia e la nuova fede. Una confessione*, 11ª edizione, Bonn 1881 (opere complete 12 volumi 1878). Cfr. inoltre M. J. Savage, *La religione nella luce della teoria darwiniana*. — John William Draper, *Storia dei conflitti fra religione e scienza*, Lipsia 1875; Carlo Federigo Retzer, *Il concetto scientifico dell'universo ed i suoi ideali, un compenso per il dogma religioso*, Lipsia 1890; R. Koch, *Lo spirito della natura e dell'uomo nella luce della teoria dell'evoluzione*, Berlino 1891; *Intorno alla filogenia della religione*, cfr. l'opera interessante di U. van Ende, *Storia naturale della fede*, Parigi 1887.

22. Il libero insegnamento. — Il giubileo della Società di naturalisti delle terre dell'est fu festeggiato ad Altenburg il 9 ottobre 1892, mentre contemporaneamente la coppia granducale cominciava a Weimar le splendide feste per le sue nozze d'oro. Rare, come queste feste, sono anche le qualità di quest'alta coppia principesca. Il granduca Carlo Alessandro durante il suo felice regno per quarant'anni s'è mostrato eminente promotore della scienza e dell'arte; come rettore magnificentissimo della nostra Università Turingica di Jena egli ne ha coperto della sua protezione il sommo Palladio, il diritto della libera ricerca del vero e del libero insegnamento del vero. La granduchessa Sofia, l'erede e custode dell'archivio di Goethe, ha dato un degno ricetto a Weimar al prezioso lascito del periodo più splendido della nostra letteratura, ed ha fatto nuovamente accessibili alla nazione tedesca gli ideali tesori di pensiero dei suoi più grandi eroi dello spirito. La storia della civiltà non dimenticherà mai i meriti della nobile coppia principesca tedesca, che in tal guisa essa si è procurata per l'evoluzione superiore dello spirito umano ed insieme quindi anche della vera religione.

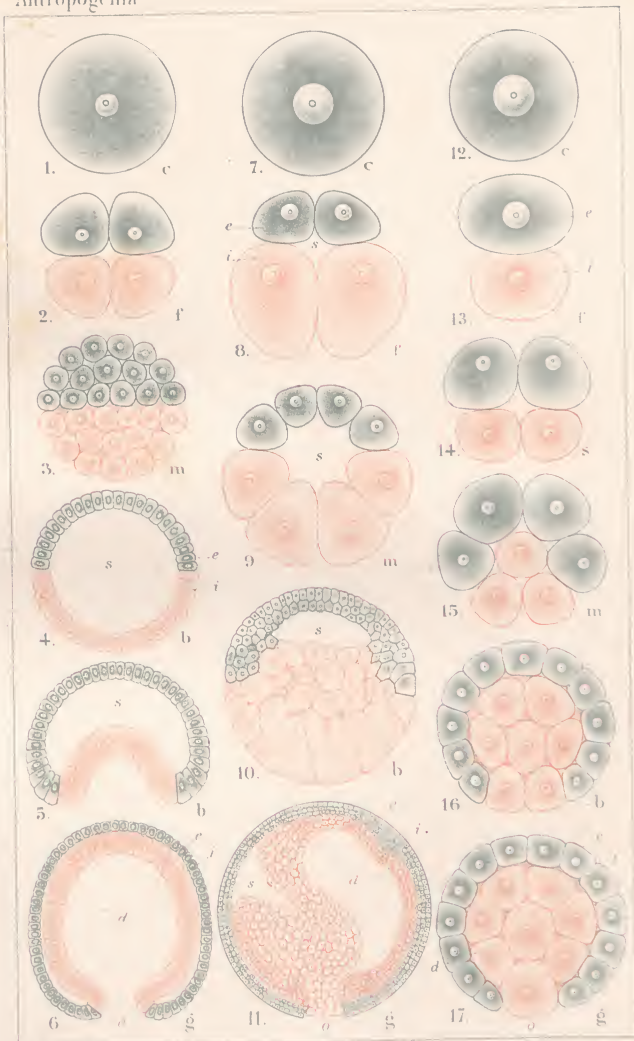


Sviluppo della Faccia

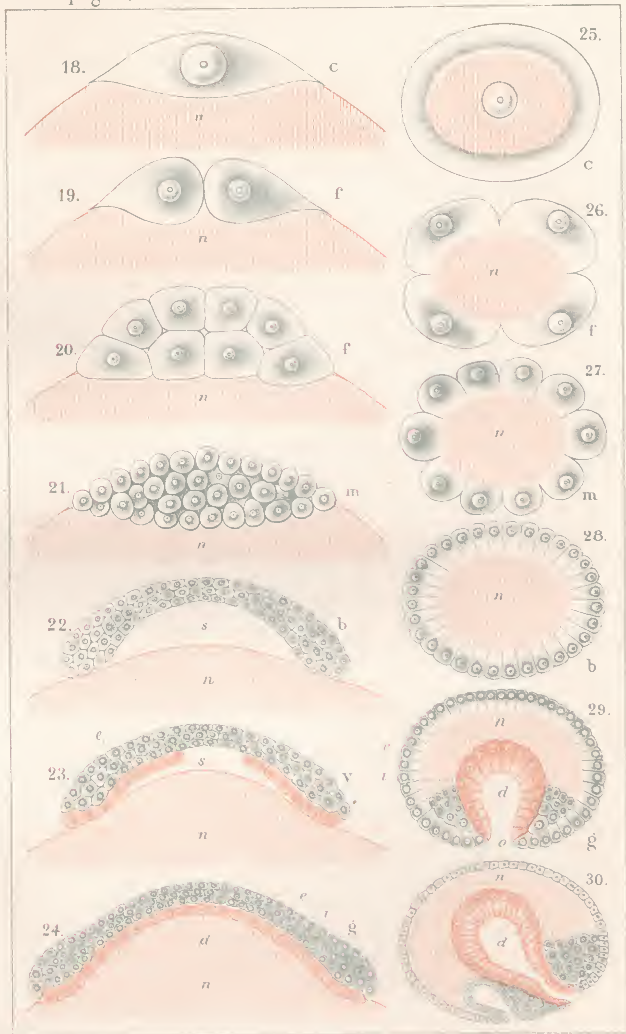


E. Haeckel del.

Torino, Unione Tip.-Editrice.



Verme Rana Mammifero



Pesce Gambero

SEZIONI TRASVERSE

E. Haeckel dis

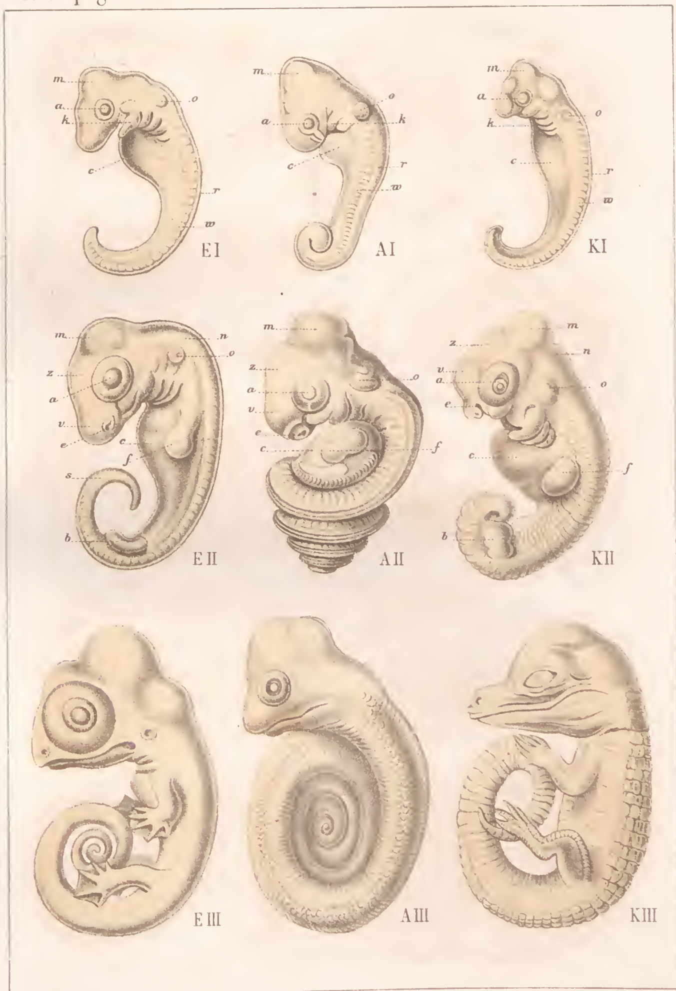
Lit. Salussolia Torino

SEZIONI LONGITUDINALI

E. Haeckel dis

Lit. Salussolia, Torino

EMBRIONI DI RETTILI



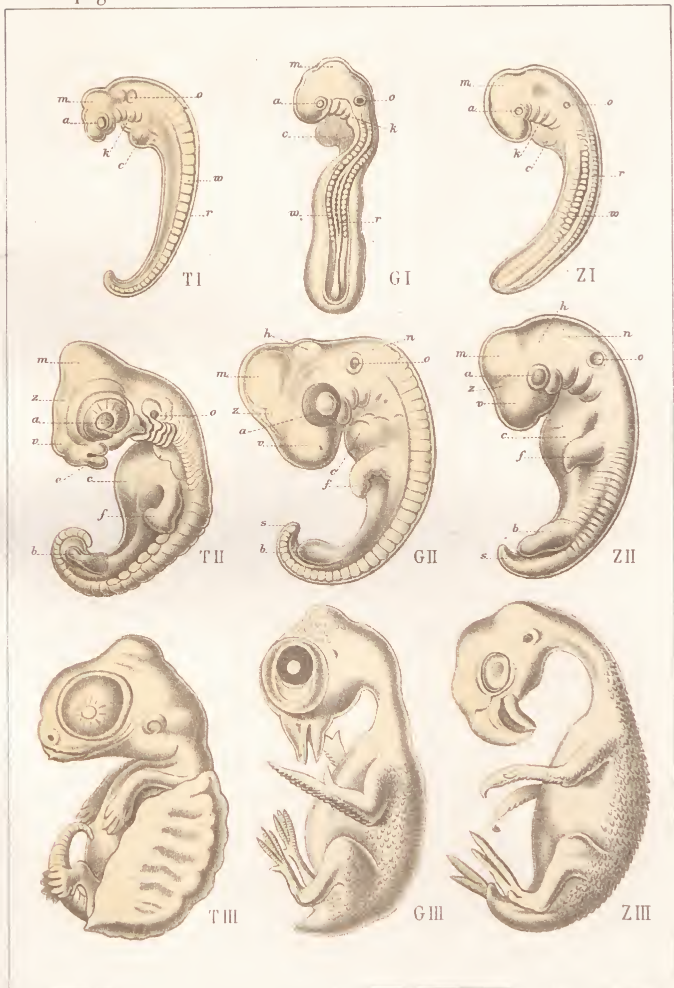
F. Haeckel del. Lit. Salussolia Torino

E. Lucertola
Lacerta

A. Serpente
Coluber

K. Coccodrillo
Alligator

EMBRIONI DI SAUROPSIDI



E. Haeckel del.

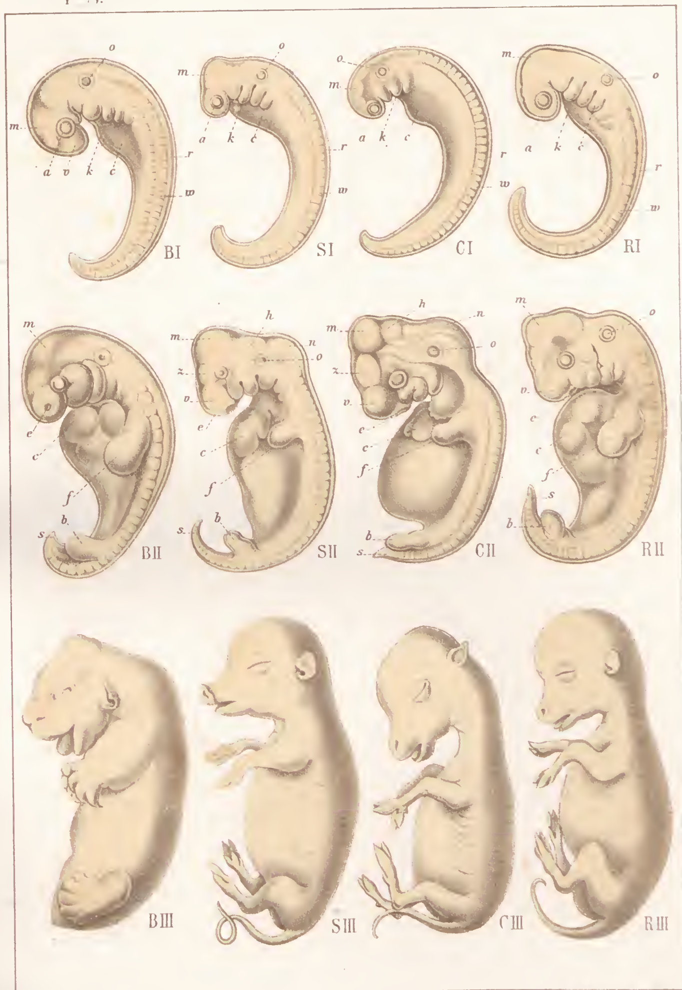
Lit. Salussolia Torino

T. Testuggine
Chelone

G. Pollo
Gallus

Z. Struzzo
Struthio

EMBRIONI DI MAMMIFERI



E. Haeckel del.

B. Marsupiale — Didelphys

S. Porco — Sus

C. Capriolo — Capreolus

R. Bue — Bos

Embrioni di Mammiferi

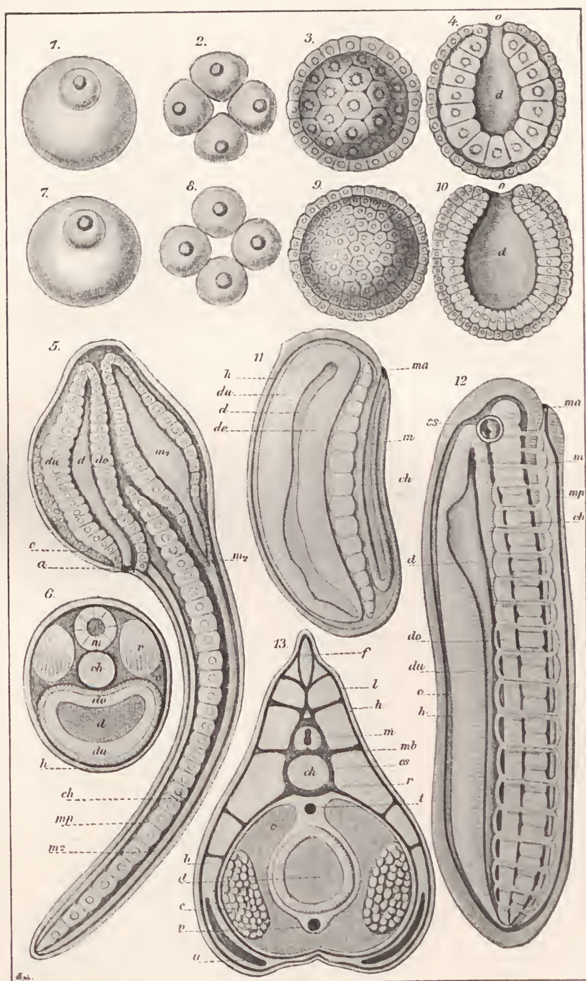


E. Haeckel del

Lit. Salussolia Torino

H. Cane — Canis
F. Pipistrello — Rhinolophus
L. Coniglio — Lepus
M. Uomo — Homo

Ontogenesi dell'Ascidia (1-6) e dell'Amphioxus (7-13).



E. Haeckel del.

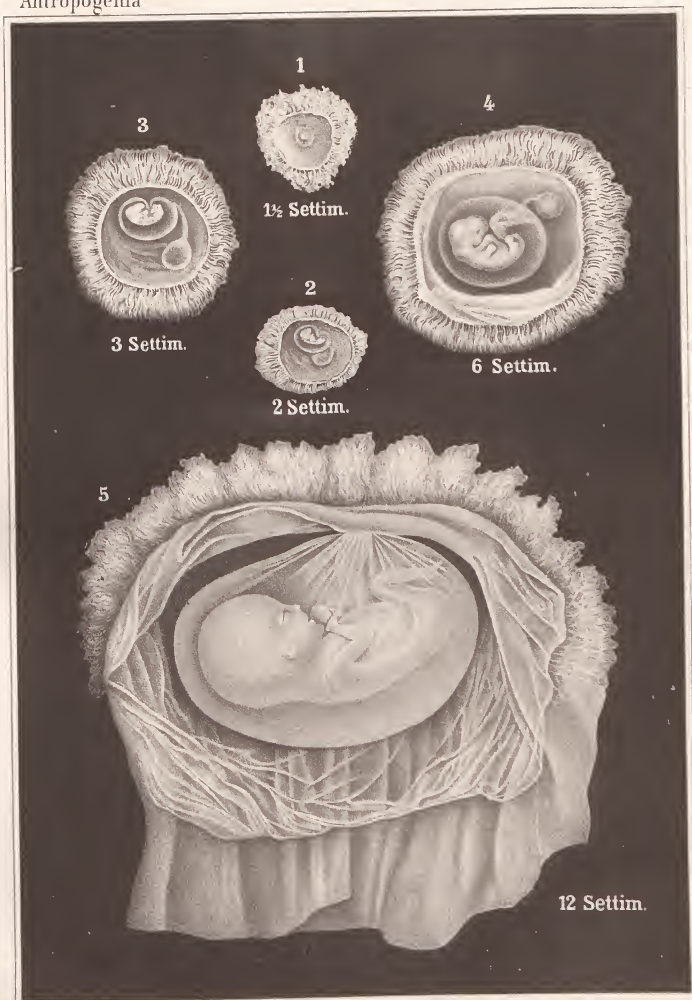
Torino, Unione Tip.-Editrice.

Anatomia dell'Ascidia (14) e dell'Amphioxus (15, 16)

E. Haeckel del.

Torino, Unione Tip.-Editrice.





Da Erdl Lit. Salussolia-Torino



Da Erdl

Lit. Salussolia Torino

EMBRIONI UMANI



40° giorno



34° giorno



31° giorno



50° giorno

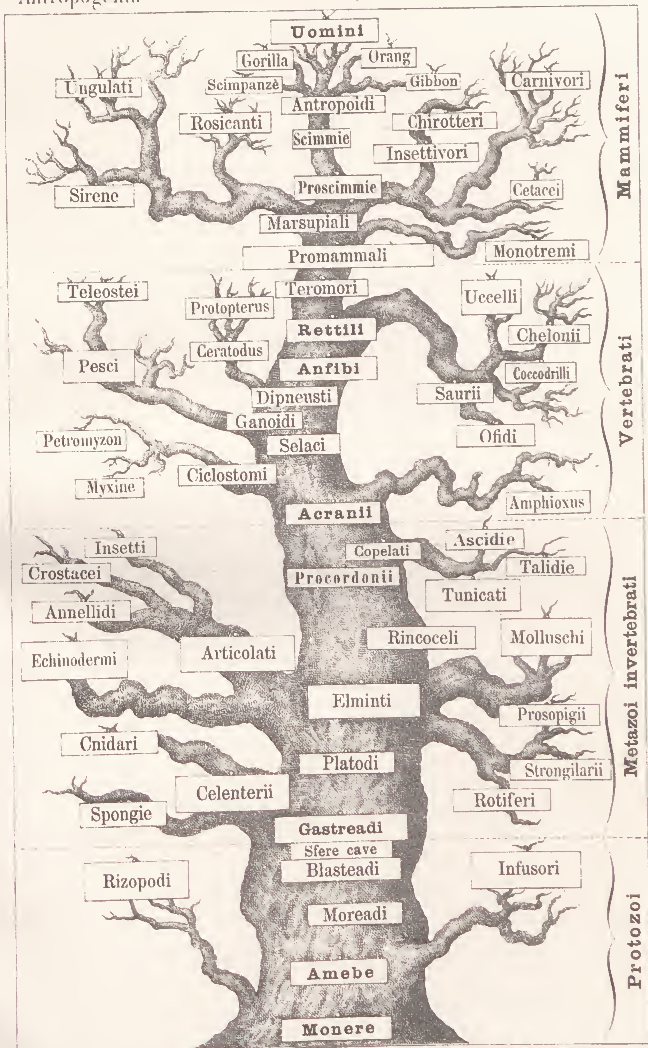


60° giorno

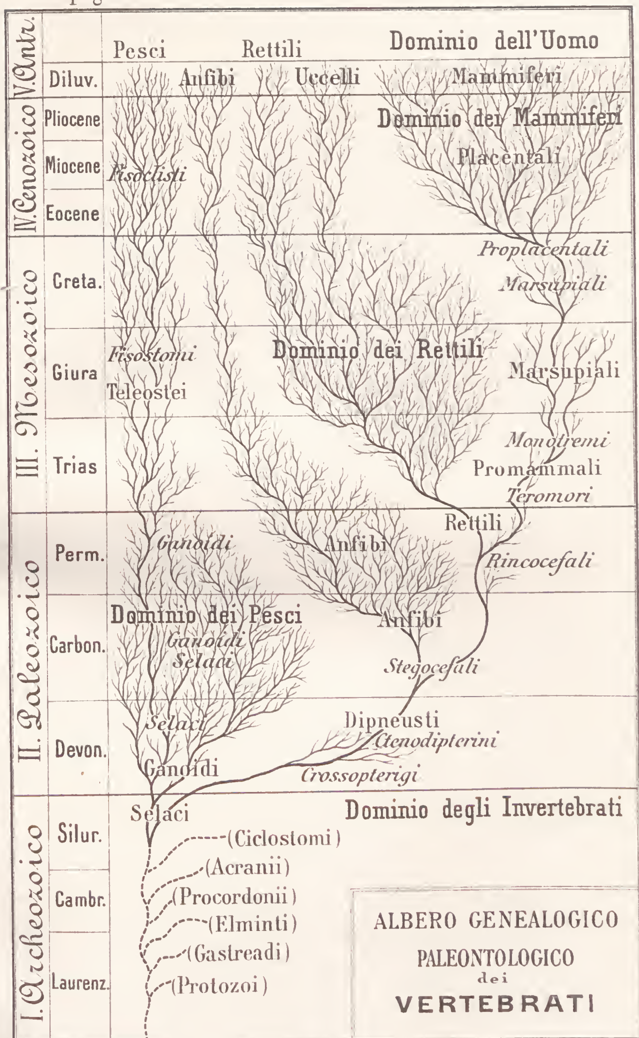
Da His

Torino-Unione Tip. Editrice

ALBERO GENEALOGICO SISTEMATICO DELL'UOMO



E. Haeckel dei



ALBERO GENEALOGICO
PALEONTOLOGICO
dei
VERTEBRATI

E Haeckel del

Cranio dei Primati

1. Mediterraneo

2. Australiano

3. Orang femmina

4. Vecchio Gorilla

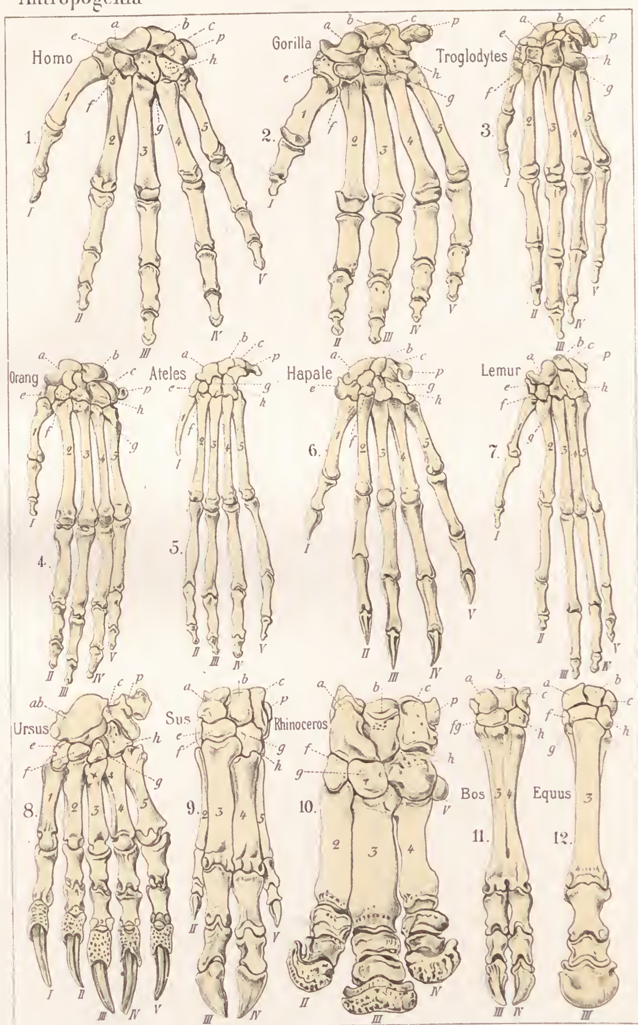
5. Troglodytes Scimpansè

6. Mycetes

7. Cynocephalus

8. Proscimmia Lemur

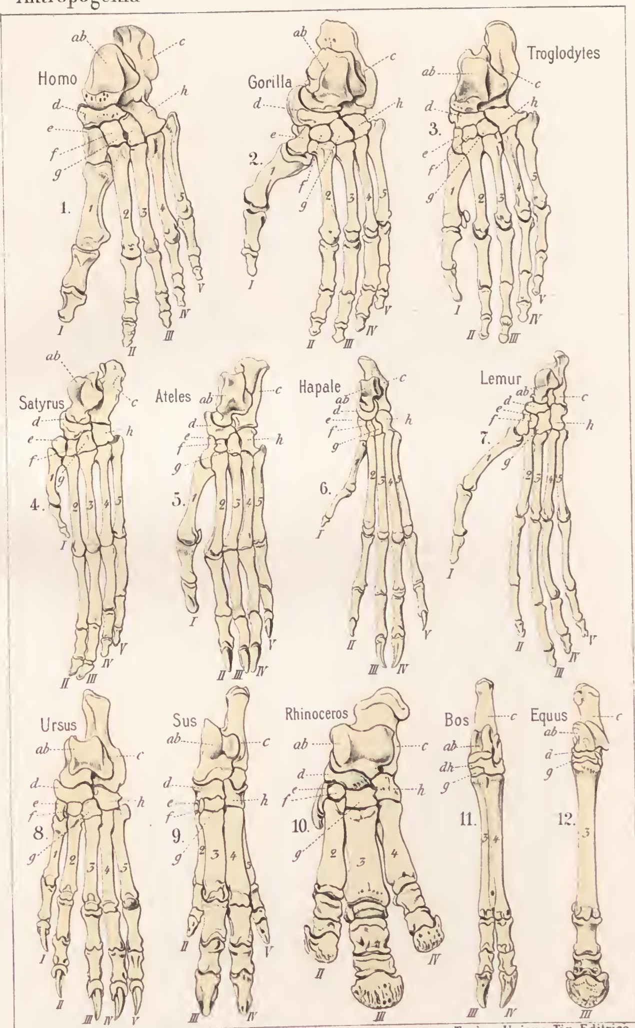
Torino-Unione Tip. Editrice



Da Huxley

Torino-Unione Tip. Editrice

Mano di dodici Mammiferi

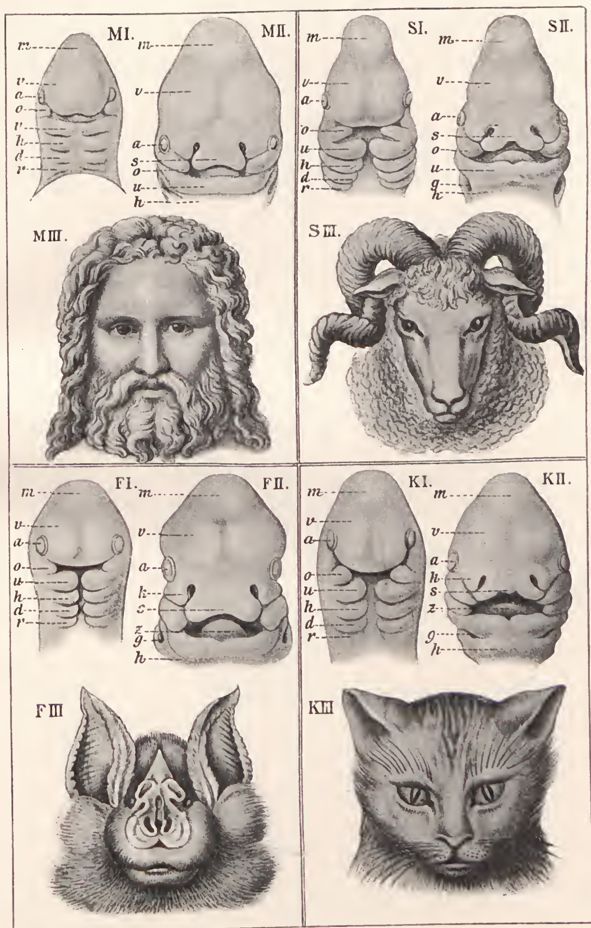


Da Huxley

Torino-Unione Tip. Editrice

Piede di dodici Mammiferi

Sviluppo della Faccia



M. Uomo. F. Pipistrello. K. Gatto. S. Montone.

Torino, Unione Tip.-Editrice.

ERNESTO HAECKEL

Professore all'Università di Jena.

IL MONISMO

QUALE VINCOLO

FRA RELIGIONE E SCIENZA

PROFESSIONE DI FEDE DI UN NATURALISTA

pronunciata il 9 ottobre 1892 ad Altenburg

in occasione del 75° Giubileo della « Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes »

TRADUZIONE ITALIANA AUTORIZZATA E RIVEDUTA DALL'AUTORE

DI

AMEDEO HERLITZKA



TORINO

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

33 — Via Carlo Alberto — 33

1895

Nel nome di Colui che intento a creare se stesso
se stesso e l'universo dall'eterno creava!...

Nel nome di Colui, che amore e fede creava
e forza e confidenza e operoso potere!...

Nel nome di Colui, che sempre invocato sì spesso,
per sempre sconosciuto nell'essenza rimase!...

Ne l'universo immenso fin dove si spingono i sensi
soltanto a lui simili, trovi cognite cose;

e de lo spirito tuo la fiamma vampante più alto
ne l'emblema e nel simbolo tacita si racqueta;

ciò l'alma tua rapisce e trasporta in fervide ebbrezze
e i luoghi ove tu vai splendidamente adorna.

Volano via gl'istanti, nè tu più li numeri allora,
ogni passo è l'incommensurabilità.

Quale sarebbe un Dio che fuori del mondo si stesse,
e intorno al dito suo tutto spingesse il mondo?

Meglio è che l'universo animi e che insieme confonda
e sè nella natura e la natura in sè.

Tal che mai la forza, mai perda lo spirto animante
ciò che vive e lavora ed è parte di lui.

Goethe.

Nuovi Dei.

Ecco i tuoi seggi tremando crollano
sotto all'iniqua scure del monaco;
prepara i tuoi fulmini, Donar,
ed annientalo ne l'ira tua.

Atre tempeste talor s'addensano,
ma il tuo tremendo folgor non scroscia,
Oh! d'Asgard le aule lasciaste,
Dei patrii, in silenzio di morte?

Con funebre nenia, con alto clangore di pianti
dianzi recaste Balder alla tomba pietosi:

ora voi stessi avvolge oscuro crepuscolo, o Dei
or voi inghiotte e travolge nero destino, o Dei;

e ne l'atra caligine i sacri boschetti s'incendiano,
fiaccole fumiganti a immenso funerale.

L'esortazione di Cristo mostraci
    quello che a mezzo svelò la favola?
    il presentimento di Balder
    nel figlio si compì di Maria?

Quei che la morte vinse purissimo,
    un nuovo regno forse preparaci?
    e attraverso il tempo e l'eterno
    eterno vivrà il Redentore?

Salgono in alto i mari, gli altissimi monti s'affondano,
    ed il pieno si vuota e si riempie il vuoto.

Gli anni, i giorni scorrendo veloci trasformano il mondo;
    quello che ieri nacque, invecchierà domani.

All'oscura potenza perfino obbediscon gli Dei,
    fondano il loro regno; ed esso sta; e rovina!

O vuote larve ora fuggitene,
    più a voi non suoni di festa cantico;
    or ecco le arpe scagliamo
    ancor noi nella vostra rovina.

Nè li ornamenti più ci convengono
    de le pie croci sacrate, auree;
    un altro Iddio sopravvenne
    un Dio nuovo, migliore di voi.

Ora udite nipoti, se mai nel futuro il millennio
    di nuovo fermentando, spumeggiando sconquassi

l'altare che fu oggi fondato, e il tempio torreggiante
    furïoso sconquassi ed al suolo distenda,

allora si avvicini a voi fra le tenebre un Dio,
    un nuovo Dio che accolga l'anima ancora sperante!...

Mentre le forme sempre cambiantisi
    ognor l'aspetto loro trasmutano,
    uno solo è Colui che trascina,
    operoso con sè l'universo.

Ci appare solo sì come immagine;
    niun la sua essenza potrà mai esprimere;
    ne l'intimo del nostro petto,
    però ha imperitura dimora.

Arturo Fitger.

PREFAZIONE

" Qual cosa mai più grande può l'uom ne la vita ottenere
Se non che il Dio-Natura si manifesti a lui? ".

GOETHE.

La Conferenza seguente intorno al « Monismo » è un discorso libero d'occasione; essa fu tenuta, senza essere preparata, il 9 ottobre 1892 ad Altenburg, durante il 75° Giubileo della *Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes.* La spinta immediata alla mia Conferenza fu data dal discorso solenne tenuto prima dal signor prof. Schlesinger di Vienna « su' principii di fede naturalistici ». — Molti brani di questo discorso filosofico toccavano i problemi più importanti ed elevati della conoscenza umana della natura; altre sue asserzioni richiedevano immediatamente una replica e l'esposizione di idee diverse. — Occupandomi da trenta anni io stesso assai a fondo di questi problemi di filosofia naturale, ed avendo esposte in diversi scritti le mie convinzioni monistiche, da parte di molti congressisti fu espresso il desiderio che io le compendiassi brevemente in tale solenne occasione. — Venendo io incontro a questo desiderio, ebbe origine la seguente « professione di fede naturalistica ». — Il suo contenuto essenziale, come lo scrissi a memoria il giorno seguente, comparve per la prima volta nella *Altenburger Zeitung* del 19 ottobre 1892 (n° 246, foglio 2°). — Una ristampa di questa prima comunicazione con alcune aggiunte filosofiche è contenuta nel fascicolo di novembre della *Freie Bühne für den Entwickelungskampf der Zeit* (Berlino, anno III, fascicolo 11°). Nello scritto presente molte sono le aggiunte al discorso di Altenburg, e singole parti d'esso sono svolte più ampiamente. Nelle annotazioni ho illustrato in senso monistico alcuni problemi scottanti dell'epoca presente.

Lo scopo della mia sincera professione monistica è doppio. In primo luogo vorrei dare così espressione a quel modo razionale di considerare l'universo, che ci viene imposto con logica necessità dai nuovi progressi della conoscenza unitaria della natura; esso si trova nell'intimo di tutti i naturalisti spregiudicati e pensanti, se anche pochi sentono il bisogno o il coraggio di confessarlo apertamente. — In secondo luogo vorrei stringere così un nodo fra religione e scienza e contribuire

in tal modo ad appianare l'antitesi che viene sostenuta inutilmente fra questi due campi delle più elevate attività dello spirito umano: tanto il bisogno etico del nostro sentimento, quanto la ricerca logica della causalità del nostro giudizio vengono soddisfatti pienamente dal Monismo.

Che questa unione naturale fra fede e scienza, questa conciliazione ragionevole fra sentimento e giudizio, diventi di giorno in giorno un bisogno sempre più urgente delle sfere colte, lo dimostra la marea sempre crescente degli opuscoli e libri pubblicati su questo argomento. Nell'America del Nord (a Chicago) si pubblica già da più anni un periodico settimanale che è dedicato a questo fine, *The Open Court; a weekly Journal devoted to the Work of Conciliating Religion with Science.* Il suo egregio redattore dott. Paolo Carus (autore di *The Soul of Man*, 1891) dedica inoltre allo stesso scopo un periodico speciale trimestrale sotto il titolo *The Monist; a quarterly Magazine.* Sarebbe molto desiderabile che questi preziosi tentativi di avvicinamento fra la contemplazione empirica della natura e quella speculativa, fra realismo e idealismo, venissero tenuti in maggior conto e curati di più, perchè solo mercè la loro unione naturale ci avviciniamo alla mèta più alta dell'attività del nostro spirito, alla fusione, cioè, della religione e della scienza nel Monismo.

Iena, 31 ottobre 1892.

Ernesto Haeckel.

IL MONISMO

Onorevolissima Adunanza,

Una società che ha per iscopo lo studio della natura e la conoscenza del vero, non può festeggiare le sue date memorabili più degnamente, che colla trattazione dei suoi problemi generali più importanti. — Noi dobbiamo per ciò constatare con piacere che il signor oratore, in una occasione tanto solenne come il 75° giubileo della vostra Società di naturalisti, abbia scelto a tema della sua conferenza un argomento del più alto significato generale. Pur troppo in simili occasioni, e perfino nelle sedute generali della grande « Radunanza di naturalisti e medici tedeschi » è sempre più invalso l'uso di prendere il tema del discorso solenne da un campo ristretto speciale d'interesse limitato. Se anche quest'uso, che sempre più aumenta, può venire scusato dalla crescente divisione del lavoro e dalla specializzazione divergente in tutti i campi della attività umana, ciò nullameno proprio in occasioni così solenni si dovrebbe richiamare l'interesse dell'adunanza su argomenti maggiori d'importanza generale.

Un tale tema del significato più grande sono « i principii di fede naturalistici », intorno ai quali il signor prof. Schlesinger ha svolto or ora le sue idee originali (1). Io sono ben contento d'essere d'accordo con lui su molti punti importanti, mentre per altri riguardi vorrei esprimere qualche dubbio e sottoporre alla vostra considerazione alcune vedute alquanto diverse. — Anzitutto sono d'accordo pienamente con lui nel concetto unitario di tutta la natura, che con una sola parola chiamiamo Monismo. — Noi esprimiamo con ciò senza dubbio la convinzione che uno spirito vive in tutte le cose, e che tutto l'universo conoscibile esiste e si sviluppa secondo una legge fondamentale comune. Con ciò insistiamo specialmente sull'unità fondamentale della natura anorganica ed organica, di cui la seconda si è sviluppata, relativamente tardi, dalla prima (2). E come non si può tirare un confine esatto fra queste due divisioni principali della natura, così non possiamo riconoscere neppure una differenza assoluta fra regno animale e vegetale e neppure fra mondo animale e mondo umano. In conseguenza consideriamo tutta la scienza umana come un unico campo d'investigazione; noi ripudiamo la solita distinzione in scienza naturale e scienza spirituale. La seconda è solo una parte della prima (o anche viceversa): ambedue sono una cosa sola. Il nostro concetto monistico della natura appartiene perciò a quel gruppo di sistemi filosofici, che da un altro punto di vista vengono designati come meccanistici e panteistici. Per quanto diversamente questo si sia manifestato nei sistemi filosofici di un Empedocle e d'un Lucrezio, di uno Spinoza e di un Giordano Bruno, di un Lamarck e di un David Strauss, sempre rimane il suo pensiero fondamentale comune, l'unità cosmica, il nesso indistruttibile di forza e materia, di spirito e materia o come si può anche dire, di Dio e dell'Universo. — Nientemeno che il nostro più grande poeta e pensatore, Goethe, ha dato a ciò nel « Faust » e nelle sue poesie meravigliose « Dio e l'Universo » un'espressione poetica.

Per il retto apprezzamento di questo « Monismo » permetteteci prima di tutto di gettare uno sguardo esteso all'evoluzione storica della conoscenza umana della natura, dall'alto di una considerazione storico-filosofica. Qua passa dinanzi al nostro occhio spirituale una lunga serie di diversi stadii d'immaginazione e gradi di coltura dell'uomo. Al grado infimo, il grado rozzo, possiamo dire animalesco, dell'uomo primitivo preistorico, dell'« uomo-scimia », che durante l'epoca terziaria s'è sollevato solo poco al disopra dei suoi antenati immediati pitecoidi, le scimie antropomorfe. Poi segue una serie di gradi di cultura dell'infima specie, della cui semplicità ci possono in parte dare un'idea i più rozzi « popoli naturali » ancora esistenti. A questi « selvaggi » si uniscono poscia i popoli civili più bassi, e da questi una lunga serie di gradi intermedii porta a poco a poco ai popoli civili più elevati. — Solo questi ultimi, delle dodici razze umane solo la mediterranea e la mongolica, hanno fatto quella che noi chiamiamo impropriamente « Storia universale », e più propriamente « Storia dei popoli ». Lo spazio di tempo, che comprende quest'ultima (e con ciò insieme i tentativi di cognizioni scientifiche), risale solo a 6000 anni, un tempo incalcolabilmente piccolo in confronto della lunga catena di milioni d'anni della storia organica della terra.

Presso i più antichi popoli primitivi o uomini-scimie, e così pure anche presso i popoli naturali dapprima originati dai precedenti, non possiamo ancora parlare di una « conoscenza della natura ». Il rozzo uomo primitivo originario, su quell' infimo gradino, nön è ancora quell'« animale causale » senza tregua di Lichtemberg; il suo bisogno della causalità non si solleva ancora al disopra di quello delle scimie e dei cani; la sua curiosità non si è elevata a pura brama di sapere. Se vogliamo parlare di « ragione » negli uomini primitivi pitecoidi, questo non si può fare che nel senso stesso che si usa parlando di quei mammiferi altissimamente sviluppati, e lo stesso vale anche dei primi principii della religione (3).

Si vuole invero anche oggi negare spesso la ragione e la religione negli animali. Invece una comparazione spregiudicata ci persuade del contrario. Il lento e continuo perfezionamento che la vita civile ha compiuto nell'animo umano nel corso di migliaia d'anni, non è passato senza lasciar traccia neppure nell'animo dei nostri animali domestici più elevati (in primo luogo dei cani e dei cavalli). In una non interrotta convivenza coll'uomo e sotto l'azione della sua educazione, anche nel loro cervello si sono sviluppate a poco a poco associazioni d'idee ereditarie più elevate ed un giudizio più perfetto. — L'ammaestramento è diventato un istinto, esempio inconfutabile dell' « ereditarietà di qualità acquisite » (4).

La psicologia comparata ci fa conoscere una lunghissima serie di gradi storici di perfezionamento dell'anima nel regno animale. Ma solo nei vertebrati più altamente evoluti, uccelli e mammiferi, riconosciamo i primi principii della ragione, le prime traccie di rapporti religiosi ed etici. — In loro non troviamo solamente le virtù sociali di tutti gli animali più elevati viventi in società (amor del prossimo, amicizia, fedeltà, sacrifizio, ecc.) ma anche conoscenza, sentimento del dovere e coscienza, e riguardo all'uomo dominante la stessa ubbidienza, la stessa sottomissione, lo stesso bisogno di protezione che i popoli selvaggi hanno verso le loro « divinità ». Ai secondi come ai primi manca però ancora quel grado più alto di coscienza e di ragione, che tende a conoscere l'universo circostante e che segna il primo principio della filosofia, della scienza dell'universo. Questa è una conquista molto posteriore dei popoli civili; essa si è evoluta solo lentamente e gradatamente da basse sfere di concetti religiosi.

In ogni grado della religione primitiva e così pure della filosofia originaria, l'uomo è ancora ben distante da concetti monistici. Nella ricerca delle cause dei fenomeni e nell'applicarvi la propria intelligenza, egli è sempre inclinato a riconoscerne quali cause e fattori degli enti personali e precisamente degli dèi simili ad uomini. Nel tuono e nel fulmine, nella tempesta e nel terremoto, nel giro del sole e della luna, in ogni cambiamento meteorologico e geologico egli scorge l'azione immediata d'un dio o spirito personale, e questo viene immaginato più o meno antropomorfo o simile ad uomo. Si distinguono dèi buoni e cattivi, amici e nemici, conservatori e distruttori, angeli e demonii.

E questo vale in misura ancora maggiore quando il crescente desiderio di conoscere prende a considerare anche i fenomeni più complicati della vita organica; il formarsi e il distruggersi delle piante e degli animali, la vita e la morte degli uomini. — La composizione ingegnosa ed adatta allo scopo degli esseri viventi organizzati, provoca subito il confronto con le opere dell'arte umana, costruite secondo un piano, e così l'immagine indeterminata del dio personale si cambia in quella d'un creatore costruente secondo un piano. È noto che questo concetto della creazione organica, come prodotto artificiale di un dio antropomorfo, di un « divino costruttore di macchine », s'è conservata molto estesamente sino alla metà del nostro secolo, sebbene degli eminenti pensatori ne avessero dimostrata l'insostenibilità già da più di 2000 anni. — L'ultimo rinomato naturalista che lo rappresentasse e sviluppasse fu Luigi Agassiz (morto nel 1873). Nel suo rimarchevole *Essay on classification* (1857) ha sviluppato questa filosofia in tutte le sue conseguenze ed è giunto così persino all'assurdo (5).

Tutti questi concetti religiosi e teleologici più antichi, e così pure i sistemi filosofici che ne sono sôrti (p. es. di Platone e dei padri della Chiesa), sono antimonistici, essi stanno in opposizione di principio colla nostra filosofia naturale monistica. La maggior parte di quei sistemi più antichi sono dualistici, considerando come sostanze del tutto distinte Dio ed Universo, creatore e creato, spirito e materia. Questo evidente dualismo si trova anche nel maggior numero delle religioni ecclesiastiche più pure, specialmente in quelle tre forme più importanti del monoteismo fondate dai tre profeti più famosi dell'Oriente Mediterraneo, Mosè, Cristo e Maometto. Ma già in alcune varietà impure di queste tre religioni mediterranee principali ed ancora più nelle forme religiose poco elevate del Paganesimo, troviamo al posto del dualismo un pluralismo filosofico; al dio buono e conservatore dell'universo (Osiride, Ormuzd, Visnù) viene contrapposto un dio cattivo e distruttore (Tifone, Ariman e Siva). Numerosi semidei e santi buoni e cattivi, figli e figlie di dèi, si uniscono a quei due dèi principali e si dividono con loro l'amministrazione ed il governo del Cosmo.

In tutti questi sistemi di considerare l'universo, dualistici e pluralistici, si può riconoscere come pensiero fondamentale l'antropomorfismo, l' « umanizzazione di Dio ». L'uomo stesso, come essere simile a Dio (discendente direttamente da Dio) occupa nel mondo un posto speciale ed è diviso dal resto della natura da un profondo abisso. — Al solito si annoda a ciò l'idea antropocentrica, la convinzione che l'uomo sia il centro dell'universo, lo scopo ultimo e più elevato della creazione, e che il resto della natura sia stato creato solo per servire all'uomo.

Nel medio evo, unita con quest'ultima idea, era anche l'idea geocentrica, secondo la quale la terra, come soggiorno dell'uomo, rappresentava il centro fisso dell'edifizio dell'universo, mentre sole, luna e stelle giravano intorno alla terra. — Come Copernico nel 1543 ha dato il colpo di grazia a questo dogma geocentrico fondato sulla Bibbia, così Darwin nel 1859 lo ha dato al dogma antropocentrico strettamente legato al precedente (6).

Un paragone critico-storico generale di tutti i sistemi religiosi e filosofici, dà come risultato principale, che ogni grande progresso nella conoscenza più profonda della natura significa un allontanamento dal dualismo (o pluralismo) tradizionale ed un avvicinamento al Monismo. Sempre più chiaramente s'impone alla ragione meditante la necessità di non contrapporre Dio come un ente esteriore al mondo materiale, ma di collocarlo come « forza divina » o come « spirito motore » nell'interno del Cosmo stesso. Sempre ci appare più chiaro che tutti i fenomeni meravigliosi della natura che ci circonda, sia organica, sia anorganica, non sono che prodotti diversi della stessa forza primitiva, combinazioni diverse della stessa materia primitiva. Sempre più irresistibilmente ci si manifesta la certezza, che anche la nostra anima umana non è che una parte infinitesima di quest' « anima universale » che abbraccia tutto, come pure il nostro corpo umano non è che una particella individuale del grande universo corporeo organizzato.

Per la prova esatta ed in parte perfino matematica di questo concetto unitario della natura, sono anzitutto divenute decisive le grandi scoperte generali della fisica e della chimica teoretiche. — Roberto Mayer e Helmholtz, stabilendo la legge della « conservazione della forza », dimostrarono che l'energia dell'universo rappresenta una grandezza costante invariabile: quando una forza qualsiasi sembra sparire od una nuova sembra sorgere, ciò non consiste che nella trasformazione di una forza in un'altra. — Così pure la legge di Lavoisier della « conservazione della materia » ci dimostra che la materia del Cosmo forma una grandezza costante invariabile: quando un corpo qualsiasi sembra sparire (per es. nella combustione) o uno nuovo formarsi (per es. nella cristallizzazione), ciò consiste pure solo in un cambiamento di forma o di composizione. — Noi possiamo raccogliere tutte e due le grandi leggi, la legge fondamentale fisica della conservazione della forza e la legge fondamentale chimica della conservazione della materia, in un concetto filosofico solo come legge della conservazione della sostanza; perchè secondo il nostro concetto monistico, forza e materia sono inseparabili, sono fenomeni diversi, inalienabili di un solo essere universale, la sostanza (7). Come parte integrante fondamentale di questo Monismo puro, può valere in un certo senso la supposizione degli « atomi animati », antichissima idea, espressa già più che 2000 anni fa da Empedocle nella sua teoria dell' « odio ed amore degli elementi ». La fisica e la chimica moderna hanno accettato senza eccezione l'ipotesi atomica fondata da Democrito, considerando tutti i corpi composti da atomi e riferendone tutti i cambiamenti ai movimenti di queste piccolissime parti discontinue. Ma tutti questi cambiamenti, sia della natura organica sia di quella inorganica, ci riescono veramente comprensibili soltanto se noi non ci immaginiamo gli atomi quali particelle di massa inanimata, ma quali particelle elementari viventi, dotate della forza d'attrazione e repulsione. Piacere e dispiacere, amore e odio degli atomi, non sono che termini diversi per questa forza d'attrazione e repulsione. Ed a ragione la fisica chiama « forza viva » l'energia cinetica, in antitesi all'energia potenziale, la « forza di tensione ».

Se anche però da un lato il Monismo ci appare oggi quale concetto fondamentale indispensabile della scienza naturale, e se anche il Monismo deve tendere a riferire tutti i fenomeni, senza eccezione, alla meccanica degli atomi, d'altro canto dobbiamo pure concedere di essere affatto incapaci di formarci un concetto soddisfacente della vera essenza degli atomi e della loro relazione coll' « etere universale » che riempie tutto lo spazio. — Già da un pezzo è riescito alla chimica di

ricondurre tutti i diversi corpi naturali a combinazioni di un numero relativamente piccolo di elementi, ed i progressi della chimica negli ultimi tempi hanno anche resa molto verosimile l'ipotesi, che questi elementi o i corpi semplici fino ad ora non scomponibili, non sieno che differenti combinazioni di un numero variabile di atomi di un elemento primitivo unico. Ma con ciò non ci è dato ancora nessuno schiarimento maggiore sulla vera natura di questi « atomi primitivi » e delle loro forze elementari.

Una serie dei pensatori più acuti s'è affaticata invano sino ad ora a penetrare più addentro in questo problema fondamentale della filosofia naturale, e di stabilire alquanto esattamente la natura degli atomi e la loro relazione coll'etere universale che riempie lo spazio. — Intanto si rafforza sempre più l'idea che non esista uno spazio vuoto e che dappertutto gli « atomi primitivi » della materia ponderabile, o della « massa » pesante, sieno separati dall'etere universale omogeneo diffuso nello spazio universale. Questo etere universale leggerissimo e sottile (se anche non imponderabile) produce colle sue vibrazioni tutti i fenomeni della luce e del calore, dell'elettricità e del magnetismo. — Si può considerarlo come una sostanza continua che riempie lo spazio fra gli atomi di massa, oppure come formato esso pure da particelle discontinue; allora si potrebbe attribuire a questi atomi d'etere una forza inerente di repulsione, in opposizione alla forza immanente d'attrazione dei gravi atomi di massa; si ricondurrebbe tutta la meccanica della vita universale all'attrazione dei secondi ed alla repulsione dei primi. — Ma si potrebbe anche porre l'azione dello « spazio universale » nel senso del prof. Schlesinger accanto alle « vibrazioni dell'etere universale ».

Un progresso elementare della massima importanza nella conoscenza della natura, l'ha fatto in ogni caso negli ultimi tempi la fisica teoretica, essendosi accostata alla conoscenza di questo etere universale ed avendo data grande importanza nella filosofia monistica al problema della sua essenza, della sua struttura e del suo movimento. — Ancora pochi anni or sono l' « etere » cosmico era per la maggior parte dei naturalisti un ente imponderabile di cui in realtà non si sapeva nulla e che si doveva ammettere provvisoriamente quale ipotesi ausiliaria necessaria. Questo ha cambiato faccia del tutto dopo che Enrico Hertz ci ha nel 1888 illuminati intorno all'essenza delle forze elettriche; coi suoi splendidi esperimenti egli ha confermata la previsione di Faraday, che luce e calore, elettricità e magnetismo sieno fenomeni molto affini di un gruppo unico di forze, che dipendono da vibrazioni trasversali dell'etere. La luce stessa, di qualsiasi specie essa sia, è sempre ed ovunque un fenomeno elettrico. L'etere stesso non è più ipotetico; la sua esistenza può venire provata ad ogni momento con prove elettriche ed ottiche. Noi conosciamo la lunghezza delle onde luminose e delle onde elettriche. Alcuni fisici credono persino di potere stabilire approssimativamente la densità dell'etere. Se noi con una macchina pneumatica leviamo da una campana di vetro la massa dell'aria atmosferica (fuorchè un rimasuglio trascurabile) la quantità della luce vi rimane invariata; noi vediamo l'etere vibrante (9).

Questi progressi nella conoscenza dell'etere segnano un'enorme conquista della filosofia monistica; perchè con ciò sono escluse le idee erronee di spazio vuoto e d'azione dei corpi in distanza. Tutto l'infinito spazio universale in quanto non è occupato dagli atomi della massa (la « materia ponderabile ») è riempito di etere. Il nostro concetto di spazio e tempo diventa così ben diverso da quello sostenuto da Kant ancora cento anni or sono; il sistema critico del grande filosofo di Königsberg mostra a questo riguardo, come pure nella spiegazione teleologica del mondo organico e anche nella sua metafisica, delle debolezze dogmatiche notevolissime (8). Ma perfino

una forma religiosa ragionevole può utilizzare la teoria dell'etere a « canone di fede », contrapponendo il mobile etere universale quale « divinità creatrice », alla grave massa, quale « materiale di creazione » (11).

Già da questa vetta di conoscenza monistica felicemente ascesa s'affacciano al nostro spirito indagatore soddisfatto delle nuove prospettive sorprendenti che promettono di portarci ancora molto più appresso alla soluzione del grande enigma dell'universo. Come si comporta questo etere universale, leggero e mobile di fronte alla « massa » grave ed inertè, di fronte a quella materia ponderabile che noi indaghiamo chimicamente e che ci possiamo figurare solo formata d'atomi? La nostra odierna chimica analitica ha dovuto fermarsi ancora davanti a circa settanta elementi « non scomponibili » o cosidetti « corpi semplici ». Ma le relazioni vicendevoli di questi elementi, la loro affinità a gruppi, il loro modo di comportarsi allo spettroscopio, ecc., fanno credere che essi non sieno altro che prodotti storici dell'evoluzione, dovuti alla diversa posizione ed unione di un numero variabile d'atomi primitivi.

A questi atomi primitivi o atomi di massa, ultime particelle discrete dell'inerte materia ponderabile, possiamo attribuire, con maggiore o minore verosimiglianza, una serie di qualità fondamentali eterne ed inalienabili; essi sono probabilmente in tutto l'universo di grandezza e natura uguali. Sebbene essi abbiano una grandezza determinata e finita, pure in grazia alla loro natura stessa, non sono divisibili. La loro forma è certo sferica, sono inerti (nel senso della fisica), invariabili non elastici, impenetrabili per l'etere; oltre alla capacità di persistenza la qualità più importante di questi atomi primitivi è la loro affinità chimica, la loro tendenza di accostarsi l'uno all'altro e di unirsi in piccoli gruppi in forme determinate. Questi gruppi stabiliti di atomi primitivi fissi nelle attuali condizioni d'esistenza fisica della terra sono gli atomi degli elementi, i noti « atomi non scomponibili » della chimica. Le differenze qualitative dei nostri elementi chimici, le quali per la nostra conoscenza empirica attuale sono inalienabili, sono dunque semplicemente dovute alla differenza del numero e posizione degli atomi primitivi omogenei che si combinano. Così per esempio l'atomo del carbonio (del vero « creatore » del mondo organico) è molto probabilmente un tetraedro, composto di quattro atomi primitivi.

Dopochè Mendelejeff e Lothar Meyer, ebbero scoperto nel 1869 la « legge periodica » degli elementi chimici, e vi ebbero fondato un « sistema naturale » dei medesimi, questo progresso importantissimo della chimica teorica fu ultimamente utilizzato da Gustavo Wendt nel senso della teoria dell'evoluzione. Egli tentò di interpretare tutti i diversi elementi come stati d'evoluzione o combinazioni sòrte storicamente da sette elementi fondamentali e questi ultimi alla loro volta come prodotti storici di un solo elemento primitivo. — Questa « materia primitiva » era già stata designata col nome di *protyl* da Crookes nella sua « Genesi degli elementi » (10). La dimostrazione empirica di questa materia primitiva, che è base di tutta la materia ponderabile, è forse solo questione di tempo. La sua scoperta compirebbe forse la speranza degli alchimisti di preparare artificialmente oro ed argento da altri elementi. Ma allora sorge il nuovo grande problema: « Come si comporta questa massa primitiva di fronte all'etere universale? ». Queste due sostanze primitive stanno in un'antesi essenziale ed eterna? o ha forse l'etere mobile stesso prodotto la « massa pesante? ».

Anche per rispondere a questo grande problema fondamentale sono state proposte fino ad ora diverse ipotesi fisiche. — Ma per ora le diverse ipotesi atomiche della chimica, non si possono sostenere con argomenti convincenti, e lo stesso mi

sembra si possa dire dell'ingegnosa ipotesi intorno all'azione dello spazio universale che il signor conferenziere ci ha svolta dianzi. Come giustamente egli dice, per ora in tutti questi tentativi di filosofia naturale si tratta ancora « di canoni di fede naturalistici » intorno alla cui base si può essere di pareri ben differenti, secondo il giudizio soggettivo ed il proprio grado di cultura. Io credo che la soluzione di questi problemi fondamentali sia per ora ancora al di là del confine della conoscenza della natura, e che ancora per molto tempo dovremo acquietarci dinanzi a questo con un « ignoramus » se anche non con un « ignorabimus ».

Ma è ben altra cosa se noi abbandonando queste ipotesi elementari atomiche, volgiamo il nostro sguardo ai rapporti storici dell'evoluzione universale, come ce l'ha rivelata il grandioso progresso nella conoscenza della natura degli ultimi tre decennii. Qua entro i confini della nostra conoscenza della natura ci si è aperto un campo nuovo ed immenso; un campo sul quale è stato sciolto nel modo più sorprendente una serie dei problemi più interessanti, che prima erano considerati insolubili (12).

Avanti a tutte le conquiste dello spirito umano sta la nostra teoria moderna dell'evoluzione. Intravvista già cent'anni or sono da Goethe, espressa però in forma precisa solo in principio del secolo nostro, essa ebbe una base decisiva 33 anni fa per opera di Carlo Darwin; la sua teoria della selezione ha riempito la lacuna che Lamarck aveva lasciata aperta nella sua teoria dell'azione reciproca dell'eredità ed adattamento. Noi ora sappiamo con certezza che il mondo organico s'è sviluppato sulla nostra terra con la stessa continuità « secondo eterne leggi di bronzo », come Lyell aveva dimostrato già nel 1830 essere avvenuto per il corpo anorganico stesso della terra; noi sappiamo che tutte le innumerevoli e diverse specie animali e vegetali, che hanno abitato il nostro pianeta nel corso di milioni d'anni, non sono che rami dì un unico stipite; noi sapppiamo che il genere umano stesso non è che uno dei germogli più giovani, più elevati e più perfetti dello stipite dei vertebrati.

Una serie ininterrotta di processi naturali evolutivi decorsi secondo leggi fisse, conduce ora lo spirito umano pensante attraverso gli eoni di uno stato primitivo caotico del Cosmo al suo odierno « ordine universale ». Dapprima non abbiamo nello spazio infinito che il mobile etere elastico e particelle discontinue infinite, uguali, divise in quello minutissimamente, gli atomi primitivi; forse questi ultimi non sono che « punti di condensazione » della « sostanza » vibrante di cui l'etere rappresenta il residuo. Combinandosi gli atomi primitivi o atomi di massa a gruppi in numero determinato, si originano gli atomi elementari. — Secondo la teoria di Kant e Laplace, i corpi celesti rotanti si differenziano da quella « nebbia primitiva » vibrante. Uno solo fra migliaia di corpi celesti è il nostro sole insieme coi pianeti che si sono formati da lui per lanciamento centrifugale. Un solo pianeta del sistema solare è la nostra piccolissima terra, tutta la sua vita individuale è un prodotto della luce solare. Dopochè l'incandescente sfera terrestre si è raffreddata sino ad un certo grado si precipita sulla crosta indurita della sua superficie dell'acqua liquida, la prima condizione per la vita organica. Atomi di carbonio cominciano la loro attività organogenica e si uniscono con altri elementi in combinazioni plasmatiche coagulabili. Un piccolo grumo di plasma sorpassa i confini della coesione e dell'accrescimento individuale; esso si divide in due parti uguali. Con questa prima monera comincia la vita organica e la sua funzione più caratteristica, l'eredità. Nel corpo omogeneo delle monere si differenzia un nucleo centrale più compatto da una massa esterna più molle; con questa differenziazione di nucleo e protoplasma comincia la prima cellula organica. Per lungo tempo i soli abitatori del nostro

pianeta saranno stati tali protisti o esseri primitivi unicellulari. Dai cenobi o dalle unioni sociali sorsero solo più tardi gl'infimi istoni, piante ed animali pluricellulari.

Sotto la guida sicura dei tre archivi empirici della creazione, la paleontologia, l'anatomia comparata e l'ontogenia, la filogenia ci conduce ormai dai metazoi più antichi, dagli animali pluricellulari più semplici, su su fino all'uomo (13). Alla radice più bassa del tronco comune dei metazoi, stanno le gastreadi e le spongie; nel caso più semplice tutto il loro corpo consiste in un sacco gastrico rotondeggiante la cui parete sottilissima consiste di due strati di cellule, i due foglietti germinativi primarii. Uno stato embrionale corrispondente, la gastrula a due strati di cellule, si trova transitoriamente nell'ontogenesi di tutti gli altri metazoi dai più bassi cnidarii ed elminti fino all'uomo. — Dal tronco comune degli elminti o dei vermi inferiori si sviluppano come rami principali indipendenti i 4 rami separati dei molluschi, degli echinodermi, degli articolati e dei vertebrati. Soltanto questi ultimi s'accordano coll'uomo in tutti i rapporti essenziali della struttura del corpo e dello sviluppo. Una lunga serie di animali acquatici (Anfiosso, Lamprede, Pesci) precede gli anfibii polmonati; questi appaiono solo nell'epoca carbonifera. Agli anfibii seguono nel periodo permiano i primi amnioti, i rettili più antichi: da questi si sviluppano più tardi nell'epoca triassica in un senso gli uccelli, in un altro i mammiferi.

Che l'uomo sia in tutta la struttura del suo corpo un vero mammifero, si sa fin da quando fu compresa l'unità naturale di questa classe animale elevatissima. La comparazione più semplice doveva persuadere l'osservatore spregiudicato della grande affinità morfologica dell'uomo e della scimia, il mammifero più somigliante. L'anatomia comparata colle sue ricerche più profonde, dimostrò che tutte le differenze nella struttura del corpo dell'uomo e degli Antropoidi (Gorilla, Scimpanzé, Orang) sono più insignificanti, che le differenze corrispondenti nella struttura del corpo di queste scimie antropomorfe e delle scimie inferiori. La spiegazione filogenetica di questa legge di Huxley è evidente. Il grande problema dell'origine del genere umano — o della « posizione dell'uomo nella natura » — il « problema dei problemi » era dunque risolto scientificamente: « L'uomo deriva da una serie di mammiferi pitecoidi ». L'antropogenia svela la lunga catena di antenati vertebrati che hanno preceduto il tardo sorgere di questo germoglio tanto altamente evoluto (13).

Il significato incommensurabile della luce, che questi risultati della teoria della discendenza, spargono su tutto il campo della umana conoscenza della natura, è palese a tutti; essi manifesteranno ogni anno più la loro influenza trasformatrice su tutti i campi dello scibile, quanto più si fa strada la convinzione della loro incrollabile verità. — Soltanto gli ignoranti e gli spiriti gretti possono oggidì dubitare ancora della loro verità. Se qua e là qualche vecchio naturalista nega che essi siano provati o chiede delle prove mancanti (come è successo poche settimane fa al congresso antropologico di Mosca da parte di un celebre patologo tedesco) egli non dimostra se non che è rimasto estraneo ai meravigliosi progressi della nuova biologia ed anzitutto dell'antropogenia. — Tutta la letteratura biologica moderna, tutta la nostra zoologia e botanica, morfologia e fisiologia, antropologia e psicologia, sono penetrate e fecondate dalla teoria della discendenza (14).

La teoria naturale dell'evoluzione ha illuminato e rischiarato, nonchè tutto il campo dei fenomeni naturali materiali, anche quello della vita spirituale che non si può separare dal primo. Come il nostro corpo umano si è andato formando a grado a grado da una lunga serie di progenitori vertebrati, così è successo pure dell'anima

nostra; come funzione del cervello si è sviluppata gradatamente in azione reciproca con questo suo organo. Quello che noi chiamiamo senz'altro « l'anima umana » non è che la somma delle nostre sensazioni, della nostra volontà e del nostro pensiero, la somma di funzioni fisiologiche i cui organi elementari consistono nelle cellule gangliari microscopiche del nostro cervello. — Come la struttura meravigliosa di quest'ultimo, dell'organo dell'anima umana, si sia andata a poco a poco sviluppando nel corso di milioni d'anni dalle forme di cervello di vertebrati superiori ed inferiori, ce lo dimostra l'anatomia comparata e l'ontogenia; e come parallelamente a ciò si sia sviluppata anche l'anima — come funzione del cervello — ce lo insegna la psicologia comparata. Quest'ultima ci mostra anche che una forma bassissima di attività spirituale esiste già negli animali più bassi, nei protozoi unicellulari, infusorii e rizopodi. Ogni naturalista che ha osservato, come me, per il corso di molti anni l'attività vitale di questi protisti unicellulari, è positivamente convinto che anch'essi possiedano un'anima; anche quest' « anima cellulare » consta di una somma di sensazioni, immagini e attività volitive; il pensare, sentire e volere della nostra anima umana è diverso da quello solo per gradi. Così anche in ogni cellula-uovo — da cui si sviluppa l'uomo come ogni altro animale — c'è (come « energia potenziale ») un' « anima cellulare ereditaria » (15). Il primo còmpito di ogni psicologia veramente scientifica non sarà perciò più, come fino ad ora, l'oziosa speculazione su un ente spirituale indipendente ed immateriale e sulla sua enigmatica unione temporanea col corpo animale, ma piuttosto l'esame comparato degli organi dell'anima e la indagine sperimentale delle loro funzioni psichiche. Perchè la psicologia scientifica è una parte della fisiologia, la dottrina delle funzioni o attività vitali degli organismi. Come la moderna fisiologia e patologia così anche la psicologia e la psichiatria dell'avvenire dovranno diventare cellulari, ed esaminare in primo luogo le funzioni spirituali delle cellule. Quali risultati importanti ci dia una tale psicologia cellulare, già nei gradi più bassi della vita organica, nei protisti unicellulari, lo ha mostrato ultimamente Max Verworn nei suoi bellissimi « Studii psico-fisiologici sui protisti ».

Gli stessi gruppi principali di attività spirituali, che troviamo già negli organismi unicellulari — i fenomeni cioè d'irritabilità, sensibilità e movimento — si possono dimostrare ugualmente in tutti gli organismi pluricellulari come funzioni delle cellule che compongono il loro corpo. — Negli infimi metazoi, negli invertebrati delle classi delle spugne e dei polipi, non sono ancora sviluppati, appunto come nelle piante, gli organi speciali dell'anima; e tutte le cellule del corpo partecipano più o meno alle « funzioni dell' anima ». Soltanto negli animali superiori, queste si mostrano localizzate e legate ad organi speciali. In seguito alla divisione del lavoro si sono sviluppati in essi diversi organi di senso, quali strumenti di sensazioni specifiche, muscoli, quali organi di movimento e volontà, centri nervosi e ganglii, quali organi centrali di associazione e regolatori. Nelle stirpi animali più altamente evolute questi ultimi acquistano sempre più importanza come organi speciali dell'anima. Corrispondentemente alla struttura complicatissima del loro sistema nervoso centrale, del cervello, col suo meraviglioso intreccio di cellule gangliari e di fibre nervose, anche la varietà delle funzioni di questi giunge qua ad un'altezza meravigliosa.

Solo in questi gruppi più altamente evoluti del regno animale, possiamo anche dimostrare con certezza quella funzione perfettissima del sistema nervoso centrale, che chiamiamo coscienza. È noto appunto che questa nobilissima funzione cerebrale viene anche oggi considerata spesso come un fenomeno perfettamente enigmatico e come la migliore prova per l'esistenza immateriale di « un'anima immortale ».

A questo proposito si cita al solito il noto discorso dell'«ignorabimus» del fisiologo berlinese Du Bois Reymond sui limiti della conoscenza della natura (1872). Fu una strana ironia del destino, che il famoso retore dell'Accademia delle Scienze di Berlino vent'anni or sono, in questo discorso tanto discusso, considerasse la coscienza come una meraviglia incomprensibile ed una barriera insormontabile del sapere, mentre contemporaneamente il più gran teologo del nostro secolo, David Federigo Strauss, dimostrava il contrario. L'acuto autore della « vecchia e nuova fede » aveva già allora riconosciuto chiaramente che tutte le attività spirituali dell'uomo, e quindi anche la sua coscienza, provengono, come funzioni del sistema nervoso centrale, da una origine sola, e si devono giudicare dal punto di vista monistico alla stessa stregua. L' « esatto » fisiologo Berlinese non seppe riconoscere ciò, e, con una cortezza di vedute che difficilmente si comprende, pose questo problema speciale di nevrologia accanto ad uno dei grandi enigmi dell'universo, accanto al problema fondamentale della sostanza, il problema generale dell' « unione della materia e della forza » (16).

Come io ho dimostrato già da molto tempo, questi due grandi problemi non sono due diversi enigmi dell'universo. Il problema neurologico della coscienza è soltanto un caso speciale del problema cosmologico che abbraccia in sè tutti gli altri, il problema della sostanza. Se noi avessimo compreso l'essenza della materia e della forza, si potrebbe anche comprendere come la sostanza, che ne è il fondamento, possa, sotto determinate condizioni, sentire, desiderare e pensare. La coscienza è, come la sensazione e la volontà degli animali superiori, un lavoro meccanico delle cellule gangliari, e si deve come tale ricondurre a processi fisici e chimici che avvengono nel plasma di queste. Inoltre, applicando i metodi genetici e comparativi, arriviamo alla convinzione che la coscienza — ed insieme anche la ragione — non è affatto una funzione cerebrale esclusiva dell'uomo; al contrario questa si riscontra anche in molti animali superiori, non solo vertebrati ma anche articolati. La coscienza dell'uomo è diversa solo a gradi, per uno sviluppo maggiore, da quella degli animali più perfetti, e lo stesso vale per le altre attività spirituali dell'uomo.

Per questi ed altri risultati della fisiologia comparata, tutta la nostra psicologia viene posta su una nuova e solida base monistica. Viene così confutata quella vecchia idea mistica dell'anima, che si trova nei popoli selvaggi, ma anche nei sistemi di filosofi dualisti dei giorni nostri. Secondo questa « l'anima » dell'uomo (— e degli animali superiori?) sarebbe un ente speciale che abita e regge il corpo solo durante la sua vita individuale, e lo abbandona alla morte. La « teoria del cembalo », molto estesa, paragona l' « anima immortale » ad un suonatore di pianoforte che suona sull'istrumento del corpo mortale un pezzo interessante, la vita individuale, e che alla morte si ritira nel mondo di là. È vero che quest'anima immortale viene spacciata al solito per un essere immateriale; in realtà però viene concepita del tutto materiale, solo come un essere più fino ed invisibile, aeriforme o gassoso, o simile alla mobile, leggerissima e sottilissima sostanza dell'etere, come l'ammette oggi la fisica. Lo stesso vale anche per la maggior parte delle immagini, che i rozzi popoli selvaggi e le classi incolte dei popoli civili, si sono formati degli spiriti strepitanti e degli dèi. Una riflessione profonda mostra che anche qua — come negli inganni dei moderni spiritisti — non si tratta di esseri veramente immateriali, ma di corpi gassosi, invisibili. In generale non siamo capaci d'immaginarci in qualche maniera, in modo comprensibile degli esseri veramente immateriali. Come già Goethe aveva riconosciuto chiaramente « la materia » non può mai esistere ed avere un'azione senza lo spirito, e lo spirito mai senza la materia.

Quanto all'immortalità, questo concetto importante subisce notoriamente le più diverse interpetrazioni ed applicazioni. Si rimprovera spesso al nostro monismo che esso neghi assolutamente l'immortalità; questo però non è esatto. Al contrario noi riteniamo la stessa, in senso strettamente scientifico, quale un concetto fondamentale indispensabile della nostra filosofia naturale monistica. Immortalità in senso scientifico è la conservazione della sostanza; dunque la cosa stessa che la fisica definisce conservazione della forza, la chimica conservazione della materia. Tutto il Cosmo è immortale. Come nessuna particella di materia o forza sparisce mai dall'universo, così non si può pensare che ciò succeda degli atomi del nostro cervello e delle forze dello spirito nostro. Colla nostra morte sparisce soltanto la forma individuale di quella sostanza nervosa, e l' « anima » personale che ne rappresentava il lavoro. Le combinazioni complicate di quella massa nervosa si mutano per scissione in altre combinazioni, e le forze vive che da quella vengono prodotte si trasformano in altre forme di movimento.

Il gran Cesare morto è argilla umìl diventato,
adesso tappa un buco in faccia all'aspro Nord.

Ora intonaca un muro, dal vento infuriante percosso,
la polve che faceva prima tremare il mondo.

Del tutto insostenibile è all'incontro l'idea di una immortalità personale. Se questa viene ancora sostenuta in vaste sfere, ciò si spiega colla legge fisica dell'inerzia; perchè la forza d'inerzia si fa valere come in tutti gli altri corpi naturali anche nel campo delle cellule gangliari del cervello. — Antichissime idee ereditate per molte generazioni vengono conservate dal cervello umano colla più grande tenacità, specialmente se nella prima gioventù vengono inculcate come dogmi incrollabili nella mente bambina. — Questi « dogmi ereditarii » hanno una radice tanto più forte quanto più s'allontanano dalla conoscenza ragionevole della natura e si nascondono nel misterioso manto d'invenzioni mitologiche. Nel dogma dell'immortalità personale ci si aggiunge ancora il supposto interesse, che l'uomo crede d'avere alla sua continuazione individuale dopo la morte, e la speranza scusabile che in un oltretomba beato gli venga dato un compenso per le speranze deluse ed i molti dolori della vita terrena. Erroneamente si sostiene spesso da parte di numerosi partigiani dell'immortalità personale, che questo dogma sia un concetto innato e comune a tutte le persone ragionevoli e che tutte le religioni più perfette lo insegnino. Questo è inesatto. Nè il Buddismo nè la religione Mosaica contenevano originariamente il dogma dell'immortalità dell'anima, ed egualmente la maggior parte delle persone colte dell'antichità classica non ci credevano, specialmente durante il fiorire più rigoglioso della Grecia. La filosofia monistica di quei tempi, che già 500 anni avanti Cristo si alzò a sì meravigliosa altezza di speculazione, non conosceva questo dogma. Soltanto per opera di Platone e Cristo esso venne sviluppato maggiormente e acquistò poi nell'evo medio un'estensione tanto generale, che soltanto raramente qualche pensatore coraggioso osava contraddirlo apertamente. L'opinione che la convinzione dell'immortalità personale influisca nobilitando in modo speciale la natura etica dell'uomo, non viene sostenuta dalla raccapricciante storia dei costumi del medio evo, nè dalla psicologia dei popoli selvaggi (17).

E se una scuola invecchiata della psicologia puramente speculativa sostiene ancora oggidì codesto dogma irragionevole, questo è un anacronismo deplorevole. Sessant'anni fa questo si poteva scusare, perchè allora non si conoscevano esattamente nè la struttura minuta del cervello, nè la funzione fisiologica delle sue singole

parti; gli organi elementari di questi, le microscopiche cellule gangliari, erano quasi sconosciute e così pure l'anima cellulare dei protisti; dello sviluppo ontogenetico si avevano solo idee molto imperfette, della filogenia non se ne aveva nessuna affatto.

Tutto ciò s'è affatto cambiato nell'ultimo mezzo secolo. La fisiologia moderna ha già dimostrato in gran parte la localizzazione delle singole attività dello spirito, la dipendenza loro da determinate parti del cervello; la psichiatria ha dimostrato che questi processi psichici vengono turbati o annientati, se queste parti del cervello s'ammalano o degenerano. L'istologia delle cellule gangliari ci ha svelato la loro struttura complicatissima e la loro posizione. Di significato decisivo però per questo problema importantissimo, sono diventate le scoperte dell'ultimo decennio sui processi più minuti nella fecondazione. Noi sappiamo ora che l'essenza di questa sta esclusivamente nella copulazione o fusione di due cellule microscopiche, la cellula-uovo femminile e la cellula spermatica maschile. Il momento in cui i nuclei di queste due cellule sessuali si fondono, indica con tutta precisione il momento in cui comincia l'esistenza del nuovo individuo umano. — La nuova « cellula stipite » (o « cellula-uovo fecondata ») contiene ormai potenzialmente — in embrione — tutte le qualità corporali e spirituali che il figlio eredita da ambedue i genitori. Evidentemente contraddice alla ragione pura l'ammettere una vita eterna senza fine per un fenomeno individuale, il cui principio noi possiamo determinare con ogni esattezza coll'osservazione diretta dei sensi. In conseguenza in un giudizio ragionato della vita spirituale dell'uomo non possiamo immaginarci l'anima individuale nostra separata dal cervello, più che il movimento volontario del nostro braccio dalla contrazione dei suoi muscoli, o la circolazione del nostro sangue dall'attività cardiaca.

Contro questo concetto strettamente fisiologico si leva spesso anche oggidì il rimprovero di « materialismo », come si fa contro tutte le nostre vedute monistiche del rapporto di forza e materia, di spirito e corpo. Io ho già altre volte rilevato che con questa parola multilaterale non si dice nulla affatto; si potrebbe porre benissimo al suo posto, l'apparente sua antitesi « spiritualismo ». Ogni pensatore critico che conosce la storia della filosofia sa che tali parole assumono nel mutarsi dei sistemi i significati più diversi. Per il materialismo s'aggiunge la confusione fra il significato teorico e pratico; essi sono del tutto diversi. — Chiaro e non equivoco è invece il nostro concetto del monismo o della « filosofia unitaria »; per questo uno « spirito vivente immateriale » è altrettanto inconcepibile quanto una « materia morta senza spirito »; in ogni atomo ambedue sono indissolubilmente congiunti. Il concetto opposto del dualismo (o in altro sistema antinomico persino il pluralismo) considera spirito e corpo, forza e materia come due sostanze essenzialmente diverse; ma che ciascuna delle due possa esistere o venire avvertita da sola, non si può dimostrare con una sola prova empirica.

Con questo breve accenno delle grandissime conseguenze della teoria monistica dell'evoluzione, penetro anche in un campo importantissimo, a cui anche il nostro oratore ha fatto nella sua conferenza diverse allusioni, il campo, cioè, della religione, e la « credenza in Dio » che vi va unita. Al pari di lui anche io credo della massima importanza la formazione di concetti filosofici ben chiari su questo argomento fondamentale di fede, e vorrei perciò pregare quest'alto consesso di permettermi di fare in questa solenne occasione un'aperta professione di fede. — Questa « confessione monistica », dovrebbe essere tanto più degna di spregiudicata considerazione, inquantochè ad essa partecipano, secondo la mia salda convinzione, nove decimi di tutti i naturalisti viventi; anzi io credo che a questa confessione debbano partecipare tutti

i naturalisti che soddisfino a queste quattro condizioni: 1° Cognizioni sufficienti delle scienze naturali in generale, ed anzitutto della moderna teoria dell'evoluzione; 2° sufficiente acutezza e chiarezza di raziocinio per trarre coll'induzione e colla deduzione le conseguenze logiche di quelle cognizioni empiriche; 3° coraggio morale sufficiente per sostenere le convinzioni monistiche così acquistate di fronte agli attacchi dei sistemi nemici dualistici e pluralistici; 4° forza intellettuale sufficiente per liberarsi, fondandosi sul proprio e sano raziocinio, dai pregiudizi religiosi dominanti, e specialmente da quei dogmi insensati che ci vengono inculcati dalla prima gioventù come « rivelazioni religiose incrollabili ».

Se da questo libero punto di vista di pensatori consideriamo comparativamente tutte le numerose religioni dei diversi popoli, saremo anzitutto costretti ad eliminare come insostenibili tutti quei concetti che stanno in aperta contraddizione colle teorie che le scienze naturali sperimentali hanno chiaramente riconosciute e stabilite per mezzo della ragione critica. Noi possiamo quindi trascurare senz'altro tutti i racconti mitologici, tutti « i miracoli » e tutte le cosidette « rivelazioni » che dovrebbero essere giunte a noi per vie soprannaturali. Tutte queste teorie mistiche sono insensate, perchè non vengono assodate da nessuna vera esperienza, ed invece sono incompatibili coi fatti a noi noti e stabiliti dalle razionali scienze naturali. Questo vale tanto per le leggende del ciclo cristiano e mosaico quanto per quelle del ciclo maomettano ed indiano. — Se noi trascuriamo dunque tutti i dogmi mistici e tutte le rivelazioni metafisiche, resta, come preziosissimo ed inestimabile nocciolo della vera religione, l'etica purificata e fondata sopra una sensata antropologia (19).

Fra le numerose e varie forme religiose che dai più rozzi principii preistorici si sono sviluppate in più di 10000 anni, sono senza dubbio le più elevate quelle due religioni che ancora oggidì godono la maggiore estensione fra i popoli civili, il Buddismo più antico e il Cristianesimo più recente. Ambedue hanno molti tratti comuni sia nella loro mitologia sia nell'etica; anzi una buona parte del Cristianesimo è tratta direttamente dal Buddismo indiano, come un'altra parte dalle dottrine mosaiche e platoniche. Ma oggi dal nostro punto di vista di popoli civili, l'etica cristiana ci appare di gran lunga più perfetta e pura che quella di tutte le altre religioni. Naturalmente dobbiamo aggiungere subito, che proprio i cardini più importanti e più nobili dell'etica cristiana — l'amor del prossimo, l'osservanza del dovere, l'amore alla verità e l'ubbidienza alle leggi — non sono per nulla proprie della fede cristiana, ma sono di origine ben più antica. La psicologia popolare comparata dimostra, che questi fondamenti etici erano più o meno riconosciuti ed esercitati da alcuni popoli civili antichi, già alcuni millennii prima di Cristo.

Come legge morale più elevata della religione razionale resta l'amore dell'umanità; e precisamente nell'equilibrio naturale fra egoismo ed altruismo, fra amore di se stesso ed amore degli altri. — « Ciò che desideri che gli altri facciano a te, ciò fa pure a loro »; questo altissimo comandamento naturale veniva predicato e seguito già molti millennii prima che Cristo dicesse: « Ama il tuo prossimo come te stesso ». Questo principio fu in ogni tempo considerato come naturalissimo nella famiglia umana, perchè già ereditato come « istinto etico » dai nostri antenati animaleschi. Esso si riscontra nello stesso modo e con significato più largo già nelle primitive comunità ed orde dei popoli selvaggi più antichi, come pure nelle mandre di scimie e di altri mammiferi sociali. « L'amore del prossimo », vale a dire il reciproco appoggio, reciproca cura e difesa, ecc., appare già in questi animali socievoli come dovere sociale; perchè senza di esso non è

possibile l'esistenza duratura di quelle società. Quindi se anche quei fondamenti morali si sono più tardi maggiormente sviluppati nell'uomo, ciò nullameno la loro fonte preistorica più antica si trova, come ha dimostrato Darwin, negli istinti sociali degli animali. Tanto nei vertebrati superiori (cani, cavalli, elefanti, ecc.) quanto negli articolati superiori (formiche, api, termiti, ecc.) la convivenza in società ordinate, necessita lo sviluppo di rapporti e doveri sociali; questi sono diventati anche per l'uomo civile le leve più importanti del progresso intellettuale e morale.

Indubbiamente l'odierna cultura umana deve una buona parte della sua perfezione allo sviluppo ed all'ingentilimento della morale cristiana, sebbene l'alto valore suo sia stato spesso pregiudicato in modo doloroso dall'unione con miti insostenibili e con le così dette rivelazioni. Quanto poco quest'ultime servano allo sviluppo della prima, mostra il noto fatto storico, che appunto l'ortodossia e la gerarchia che è fondata su quella (ed anzitutto il papismo) (18) si dànno meno cura di adempiere i comandamenti di quell'etica; quanto più alto ne predicano la teoria tanto meno ne adempiono essi stessi in pratica i precetti.

Inoltre bisogna considerare che un'altra importantissima parte della nostra cultura e della morale moderna si è sviluppata affatto indipendentemente dal Cristianesimo, in ispecie per la ininterrotta cultura dei tesori intellettuali dell'antichità classica. Lo studio profondo dei classici greci e latini vi ha contribuito senza dubbio più che quello dei padri cristiani della Chiesa. Vi si aggiunge di più nel nostro secolo, chiamato già ora con ragione « il secolo delle scienze naturali », l'immenso progresso della più alta cultura intellettuale, che dobbiamo alla conoscenza superiore della natura ed alla filosofia monistica che in quella è fondata. Che questo debba anche far progredire e nobilitare la nostra etica è indubitabile e si è dimostrato nel corso degli ultimi tre decennii da molti eccellenti scritti (di Spencer, di Carneri e di altri) (19).

Contro quest'etica monistica, che si fonda sulle scienze naturali razionali, fu mosso il rimprovero che essa seppellisca la cultura attuale e faccia progredire specialmente le tendenze, contrarie alla cultura, della moderna democrazia sociale. Noi crediamo affatto ingiustificato questo rimprovero. L'applicazione di principii filosofici alla vita pratica, e specialmente alle questioni sociali e politiche, può farsi nei modi più diversi. Il così detto « liberalismo » politico non ha nulla a che fare col « libero pensiero » della nostra religione naturale monistica. Oltre a ciò io sono persuaso che l'etica razionale di quest'ultima, non stia affatto in contraddizione colla parte buona e veramente di grande pregio della morale cristiana, e che unita a questa servirà anche per l'avvenire al vero progresso dell'umanità.

Naturalmente è ben altra cosa se si tratta della mitologia cristiana e della forma speciale della credenza in Dio fondata su quella. In quanto quest'ultima racchiude l'idea di un cosidetto « dio personale », essa è divenuta affatto insostenibile per gli ultimi progressi delle scienze naturali monistiche. Del resto è stato dimostrato da eminenti antesignani della filosofia naturale, già da più di duemila anni, che col concetto di un « dio personale creatore e reggitore dell'universo » non si è guadagnato nulla per una nozione veramente razionale dell'universo. Chè se anche si dà una risposta al problema della « creazione universale » nell'usuale senso triviale, ammettendo l'attività meravigliosa di un dio finalista che risiede al di fuori dell'universo, si solleva subito una nuova domanda: « Donde viene questo dio personale? E che ha fatto prima della creazione del mondo? Donde prese il materiale per crearlo? ecc. ». Perciò nel campo della filosofia veramente scientifica, il

concetto di un « dio personale » antropomorfo perderà ogni valore prima dello spirare del secolo; il concetto corrispondente di un « demonio personale » (contrapposto al primo e ritenuto giusto dalla generalità, ancora nel secolo scorso) è abbandonato definitivamente dalle persone colte d'oggidì.

Incidentalmente diremo, che l'anfiteismo che crede a Dio ed al diavolo, s'adatta del resto molto meglio ad una spiegazione razionale dell'universo, che il monoteismo puro. Il più sviluppato è forse l'anfiteismo nella religione dello Zenda dei Persiani, fondata da Zoroaster (o Zarathustra, l' « astro d'oro ») già 2000 anni avanti Cristo. In questa Ormuzd il dio della luce e del bene è sempre in lotta con Ahriman, il dio delle tenebre e del male. In modo simile la lotta costante di un principio benefico e di uno malefico è personificato anche nella mitologia di molte altre religioni anfiteiste; nell'Egitto antico il buon Osiride combatteva col cattivo Tifone, nell'India antica Visnù il conservatore, stava di fronte a Siva il distruttore, ecc.

Se si vuole davvero tenere per base di un concetto dell'universo l'idea del « dio personale », l'anfiteismo spiega molto semplicemente i mali ed i difetti di questo mondo come l'effetto del principio malefico e del « diavolo ». Il monoteismo puro invece, che è base della religione primitiva di Mosè e così pure di quella di Maometto, non ne può dare una spiegazione ragionevole. Se l'unico dio di queste è veramente un ente assolutamente buono e perfetto, egli dovrebbe creare perfetto anche il suo mondo. Un mondo organico così imperfetto e pieno di mali come esiste sulla terra, egli non l'avrebbe potuto affatto inventare.

Queste considerazioni acquistano valore se ci approfondiamo di più nello studio naturale della biologia moderna; qui Darwin avanti tutti ci ha aperti gli occhi trentatre anni or sono colla sua teoria della lotta per l'esistenza e con quella della selezione naturale che sulla prima si fonda. Da allora noi sappiamo che tutta la natura organica del nostro pianeta esiste solo per una lotta senza pietà di tutti contro tutti. Migliaia d'animali e piante debbono perire giornalmente in ogni luogo della terra, perchè singoli individui scelti si conservino e gioiscano della vita.

Ma anche l'esistenza di questi pochi privilegiati è una lotta costante contro la minaccia di pericoli d'ogni specie. Migliaia di germi pieni di speranza muoiono inutilmente ogni minuto. La feroce lotta d'interessi nella società umana non è che una pallida immagine dell'incessante e crudele lotta per l'esistenza, che domina tutto il mondo vivente. — La bella fantasia della « bontà e sapienza di Dio nella natura », che da fanciulli, ancora cinquant'anni or sono, si ascoltava con devozione, non trova oggi più chi ci creda, almeno fra la gente colta e pensante. Essa è stata annichilita dalla nostra conoscenza più profonda dei rapporti reciproci tra gli organismi, dai progressi della zoologia e sociologia, della parassitologia e patologia.

Tutti questi fatti sconsolanti e immutabili — il vero « lato oscuro della natura » — diventano comprensibili alla credenza religiosa per l'anfiteismo; esse appaiono come « opere del diavolo » che combatte e turba l'ordinamento universale perfetto e morale del « buon dio ». Restano invece incomprensibili per il monoteismo puro che riconosce un dio solo, un solo essere altissimo e perfetto. Se con tutto ciò si ha sempre in bocca « l'ordine morale dell'universo », ciò significa che si chiudono gli occhi davanti ai fatti innegabili della storia universale e della storia naturale.

In base a queste considerazioni comprendiamo difficilmente, come mai la grande maggioranza delle cosidette « persone colte » dichiari, ancora al giorno d'oggi, principio fondamentale e indispensabile della religione, la credenza ad un « dio personale »,

mentre d'altro canto respinge come superstizione del medio evo, ormai vinta, la credenza in un « diavolo personale ». Nei « cristiani colti » questa inconseguenza è doppiamente incomprensibile e censurabile, formando ambedue i dogmi ugualmente parte integrale di ògni professione di fede veramente cristiana. È noto che il « diavolo personale » ha nel Nuovo Testamento una parte molto importante sotto le spoglie di « Satana tentatore, seduttore, principe dell'inferno, signore delle tenebre », ecc., mentre esso non compare negli scritti più antichi del Vecchio Testamento. Perfino il nostro grande riformatore Martino Lutero, che « gettò al diavolo » tanta cianfruscaglia di dogmi, non si potè liberare dalla convinzione dell'esistenza reale e dell'antagonismo personale di Belzebù: si pensi solo alla storica macchia d'inchiostro della Wartburg. Inoltre la nostra arte figurativa cristiana ha immaginato Satana in migliaia di quadri e di altre rappresentazioni figurative, colla incarnazione stessa dei tre buoni dèi personali, colla cui unione nella « persona una e trina » la ragione umana si tormenta indarno da diciotto secoli. L'impressione profonda che queste rappresentazioni concrete ripetute milioni di volte esercitano specialmente sullo spirito dei bambini, è tenuta al solito in troppo poco conto; essa porta certo una gran parte di colpa se questi miti insensati si mantengono costantemente sotto la maschera di « verità religiose », a dispetto di tutte le obbiezioni della ragione.

Teologhi cristiani liberali hanno ben tentato molte volte di eliminare il « diavolo personale » dalla dottrina religiosa cristiana, e di conservarlo solo come l'idea personificata della menzogna, come lo « spirito del male ». Ma allora collo stesso diritto possiamo anche porre al posto del dio personale l'idea personificata della verità, lo « spirito del bene ». A questo concetto non abbiamo nulla da opporre, anzi vediamo in esso un ponte preziosissimo, che congiunge il paese meraviglioso della poesia religiosa, col regno luminoso della conoscenza scientifica della natura.

La nostra « idea monistica di Dio » che solo si adatta all'odierna conoscenza più alta della natura, riconosce lo « spirito di Dio in ogni cosa ». Essa non può più vedere in Dio un « essere personale », il che in altre parole significa, un individuo di una estensione limitata nello spazio o magari di forma umana. Al contrario « Dio » è ovunque. Come disse già Giordano Bruno: « Uno spirito c'è in ogni cosa, e non c'è un corpo così piccolo, che non contenga in sè una parte della sostanza divina, da cui è animato ». Ogni « atomo » è perciò animato e così pure « l'etere universale »; si può quindi designare « Dio » come la somma infinita di tutte le forze della natura, come la somma di tutte le forze atomiche e di tutte le vibrazioni dell'etere. Si arriva essenzialmente allo stesso punto se l'egregio signore oratore che mi precedette, definisce Dio come « la più alta legge universale » e rappresenta ciò come « l'opera dello spazio generale ». Non si tratta del nome in questo principio altissimo di fede, ma dell'unità del concetto fondamentale, dell'unità di dio ed universo, di spirito e natura. Al contrario l' « omoteismo », il concetto antropomorfo di Dio, abbassa questo altissimo concetto cosmico ad un vertebrato allo stato gassoso (20).

Fra i varii sistemi di panteismo, che hanno già da molto tempo sviluppato più o meno chiaramente il concetto monistico di Dio, è certo il più perfetto quello di Spinoza. A questo sistema ha concesso, come è noto, il tributo della sua più alta ammirazione ed approvazione lo stesso Goethe. Di altri uomini insigni che confermarono in questo senso panteista la loro religione naturale vogliamo nominare qua ancora due dei più grandi principi tedeschi: Federigo II di Hohenstaufen e Federigo II di Hohenzollern; due dei più grandi naturalisti, Laplace e Darwin. Mentre noi associamo la nostra

professione di fede panteista a quella di questi insigni e liberi spiriti, vogliamo solo far risaltare ancora che questa ha avuto negli ultimi tre decennii una base empirica non presentita per lo innanzi, per mezzo di meravigliosi progressi nella conoscenza della natura.

Il rimprovero dell'ateismo che si solleva anche oggidì contro il nostro panteismo e contro il monismo che ne è la base, non trova più nessuna eco nelle sfere colte dell'epoca presente. Certo anche al principio di quest'anno l'attuale cancelliere dell'impero potè porre nella Camera prussiana dei deputati lo strano dilemma: « O un concetto cristiano dell'universo o uno ateo », ciò accadde nella difesa di quella famigerata legge per le scuole popolari, che era destinata a consegnare a mani legate la nostra educazione scolastica alla gerarchia papale (18). La grande distanza che separa questa deformità degenerata dalla religione cristiana, dal puro cristianesimo originario, non è maggiore di quella che separa quel dilemma medioevale dalla colta coscienza religiosa dei giorni nostri. Certo a chi crede esercizio di vera religione cristiana l'adorazione di vecchi capi di vestiario e di bambole di cera, o il salmodiare automatico di messe e rosari; a chi crede a reliquie miracolose e chiede perdono dei suoi peccati colla compera delle indulgenze e coll'obolo di San Pietro, a quello lasciamo volentieri le pretese su un' « unica religione che rende beati »: di fronte a questi idolatri vogliamo passare volentieri per atei.

Lo stesso fondamento dell'accusa d'ateismo e di eresia lo ha anche il rimprovero tanto spesso ripetuto, che il nostro monismo distrugga la poesia e non soddisfi ai bisogni del sentimento dell'uomo; specialmente l'estetica — un campo senza dubbio importantissimo tanto nella filosofia teoretica che nella vita pratica — dovrebbe venir compromessa dalla filosofia naturale monistica. Già David Federigo Strauss, uno dei nostri estetici più acuti e uno degli scrittori più nobili ha confutato questo rimprovero e mostrato proprio al contrario che il culto della poesia e del bello è destinato a sostenere una parte molto maggiore nella nostra « nuova fede ». A voi, onorevoli signori, naturalisti e amanti della natura, non ho bisogno di spiegare quanto ogni penetrazione più profonda della nostra intelligenza nella spiegazione dei segreti della natura, riscaldi anche il nostro sentimento, apporti nuovo nutrimento alla nostra fantasia e allarghi il nostro concetto del bello. Per persuadersi quanto siano strettamente uniti tutti questi rami della più alta attività spirituale dell'uomo, come la conoscenza del vero sia congiunta immediatamente coll'amore al bene e col culto del bello, basta citare un nome solo, il maggior genio tedesco: Wolfgango Goethe.

Se fino ad ora il significato estetico della nostra religione naturale monistica come pure il suo valore etico, sono penetrati poco nella coscienza delle persone colte, ciò dipende principalmente dalla nostra istruzione scolastica difettosa. Negli ultimi decennii s'è invero parlato e scritto molto di riforme scolastiche e di principii educativi, ma si avverte ben poco un progresso sensibile. Anche qui domina la legge fisica dell'inerzia, anche qui — e in un modo affatto speciale nelle scuole tedesche — la scolastica del medioevo possiede una forza d'inerzia di fronte alla quale la riforma scolastica razionale deve a fatica conquistare terreno passo a passo. Anche in questo campo importantissimo, da cui dipendono il benessere ed il malessere delle generazioni future, non ci sarà alcun miglioramento, finchè la conoscenza monistica della natura non sarà riconosciuta sua base solida ed indispensabile.

La scuola del secolo ventesimo, fiorendo su questa nuova e solida base, non dovrà svelare alla crescente gioventù solo le meravigliose verità dell'evoluzione universale, ma anche l'inesauribile tema delle bellezze, che sono nascoste in ogni parte di questa.

Sia che noi ammiriamo lo splendore delle alte montagne o il mondo meraviglioso del mare, sia che si osservino col telescopio le meraviglie infinitamente grandi del cielo stellato, o col microscopio le meraviglie ancora più sorprendenti della vita estremamente piccola, da per tutto la natura-dio ci apre una sorgente inesauribile di diletti estetici. La maggior parte dell'umanità è passata fino ad ora cieca ed ottusa in mezzo a questo splendido e meraviglioso mondo terreno, una teologia inferma e non naturale ne la ha distolta come da una « valle di lacrime ». Ora bisogna finalmente aprire gli occhi allo spirito umano che potentemente progredisce, bisogna mostrargli che la vera conoscenza della natura soddisfa pienamente non solo le indagini della sua ragione, ma anche le brame del suo sentimento.

Lo studio monistico della natura come conoscimento del vero, l'etica monistica come educazione al bene, l'estetica monistica come culto del bello, questi sono i tre rami principali del nostro monismo; col loro sviluppo armonico e concatenato raggiungiamo quel vincolo fra religione e scienza che veramente soddisfa, e la cui mancanza è ancora sentita tanto dolorosamente da molti. Il vero, il bene ed il bello sono le tre sublimi divinità, dinanzi a cui pieghiamo devotamente le ginocchia: nella loro unione naturale, e nel completarsi a vicenda otteniamo il puro concetto di Dio (21). A questo « ideale di Dio uno e trino » a questa naturale trinità del monismo inalzerà altari il secolo ventesimo che s'avvicina.

Dieci anni or sono io assistetti alle feste per il terzo centenario dell'Università di Würzburg, nella quale io stesso quarant'anni or sono aveva cominciato i miei studii medici e continuati per sei semestri; lo splendido discorso d'occasione fu tenuto nella chiesa dell'Università dal rettore d'allora, dall'insigne chimico Giovanni Wislicenus. Egli chiuse i suoi augurii di benedizione colle parole: « questo compia Iddio, lo spirito del bene e del vero »; io ci aggiungo: « e lo spirito del bello ». In questo senso dedico anch'io alla vostra Società dei naturalisti delle provincie orientali in questa solenne occasione i miei migliori augurii. Possa la ricerca dei segreti della natura fiorire e prosperare anche in questo angolo nord-est della nostra terra turingica, e possano i suoi frutti scientifici maturanti qua in Altenburg non essere di minore utilità per la cultura dello spirito e per il promovimento di una vera religione, che quelli che 370 anni or sono il grande riformatore Martino Lutero produsse nell'angolo nord-ovest della Turingia, nella Wartburg presso Eisenach.

In mezzo fra Wartburg ed Altenburg giace al confine settentrionale della Turingia la classica città delle muse, Weimar, e là vicino l'Università delle nostre terre, Jena. Io considero come buon augurio che proprio in questo momento una festa ben rara abbia riunito a Weimar i serenissimi reggitori dell'Università di Jena, i protettori della libera ricerca e del libero insegnamento (22). Nella speranza che la loro protezione ed il loro aiuto ci saranno conservati anche per l'avvenire, chiudo la mia professione di fede monistica colle parole: « Questo compia Iddio, lo spirito del bene, del bello e del vero ».

ANNOTAZIONI

1. Principii di fede naturalistici. — Nel discorso solenne che il prof. Schlesinger tenne su questo tema il 9 ottobre in Altenburg, egli accennò con ragione (nel senso di Kant) ai confini della conoscenza della natura che ci sono determinati dall'imperfezione dei nostri sensi. — Noi possiamo però riempire le lacune che le indagini empiriche lasciano necessariamente aperte nel campo della scienza, con ipotesi, con supposizioni più o meno verosimili. — Queste presentemente non le possiamo dimostrare con sicurezza, ma ci è lecito utilizzarle per la spiegazione dei fenomeni, in quanto non si oppongano alle logiche cognizioni naturali. Siffatte ipotesi razionali sono principii di fede scientifici, e quindi molto diversi dai cosidetti principii di fede ecclesiastici o dogmi religiosi. Quest'ultimi sono o mere invenzioni (senza alcuna dimostrazione empirica) o semplicemente illogici (in contraddizione colla legge di causalità). Un'ipotesi razionale di significato fondamentale è per esempio la credenza nell'unità della materia (la composizione degli elementi da atomi primitivi), la credenza nella generazione spontanea, la credenza al principio dell'unità di tutti i fenomeni naturali come lo sostiene il Monismo (V. su questo argomento la mia *Morfologia generale*, vol. 1, pagg. 105 e 164, ecc., nonchè la *Storia della creazione naturale*, 8ª edizione, 1889, pagg. 21, 360 e 795. Traduzione italiana, Unione Tipografico-Editrice di Torino). — E poichè tanto i processi più semplici della natura anorganica, quanto i fenomeni più complicati della vita organica si possono ricondurre alle stesse forze naturali, e poichè inoltre queste possiedono alla lor volta il loro comune fondamento in un principio originario unico che riempie tutto l'infinito spazio dell'universo, si può considerare quest'ultimo (l'etere universale) come una divinità universale e fondare su ciò questa proposizione: « la credenza in Dio è conciliabile colle scienze naturali ». In questa concezione panteistica come pure nella critica del materialismo unilaterale sono d'accordo col professore Schlesinger, mentre all'incontro non posso non dissentire su una parte delle sue conclusioni biologiche e specialmente antropologiche. Vedi lo scritto suo: *Fatti e conclusioni sull'azione dello spazio universale* (*Mittheilungen aus dem Osterlande*, vol. V, Altenburg 1892).

2. Unità della natura. — Il principio dell'unità della natura anorganica ed organica, come pure la loro dipendenza genetica, credo sieno il fondamento principale del nostro Monismo. Io insisto espressamente su questo « principio di fede » perchè ancora oggi dei naturalisti di fama lo combattono talora. Non solo si rivanga di quando in quando sempre di nuovo la vecchia e mistica « forza vitale », ma si oppone anche alla teoria naturale della discendenza, la « meravigliosa » origine della vita organica dalla « morta » natura anorganica come un enigma insolubile, come uno dei « sette enigmi dell'universo » di Du Bois-Reymond (vedi il suo discorso su Leibnitz, 1880). La soluzione di questo enigma « trascendentale » dell'universo e l'unitovi problema dell'archigonia (la generazione spontanea in un senso ben determinato) si può solo trovare con un'analisi critica e con un confronto spregiudicato delle materie, delle forme e delle forze della natura anorganica e di quella organica. Questo feci già nel 1866 nel secondo libro della mia *Morfologia generale*, vol. 1, pagg. 109-238 (*Ricerche generali sulla natura e sulla prima origine degli organismi; sui loro rapporti cogli anorganici e sulla loro divisione in animali e piante*). Un breve riassunto di ciò è contenuto nella XV conferenza della mia *Storia della creazione naturale* (8ª edizione. Traduzione italiana del dottor Daniele Rosa, Unione Tipografico-Editrice di Torino). Le difficoltà più gravi che allora si opponevano alla concezione monistica là esposta, si possono considerare essere ora svanite per i nuovi lumi sull'essenza del plasma, per la scoperta delle monere, per lo studio più accurato dei protisti unicellulari più affini, per il loro confronto colla cellula-stipite (o cellula-uovo fecondata), come pure per la teoria chimica del carbonio. (Vedi i miei studi sulle monere ed altri protisti nella *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, volumi IV e V, 1868-1870. Vedi inoltre Carlo Naegeli, *Fondamento meccanico fisiologico della teoria della discendenza*, 1884).

3. Religione degli animali. — I primi principii di quelle funzioni cerebrali più elevate che designiamo come ragione e coscienza, religione e morale, esistono già innegabilmente negli animali domestici superiori (specialmente nei cani, cavalli e negli elefanti), e sono diverse dalle corrispondenti

delle razze umane inferiori, solo di gradi (non qualitativamente). Se le scimie, specialmente le antropoidi fossero state come i cani, addomesticate da millennii ed allevate nel più stretto contatto coll'uomo, la loro vicinanza all'attività spirituale dell'uomo sarebbe senza dubbio ancora più evidente. L'apparente profondo abisso che separa l'uomo da questi mammiferi elevatissimi « è determinato particolarmente da ciò che l'uomo unisce in sè parecchie eminenti qualità che compaiono solo divise negli altri animali, e precisamente: 1° il grado più alto di differenziazione della laringe (parola); 2° del cervello (anima); 3° delle estremità; 4° infine la stazione eretta. — La semplice e fortunata combinazione di un grado più alto di evoluzione di questi organi, solleva la maggior parte degli uomini tanto al disopra degli altri animali » (*Morfologia generale*, 1866, vol. II, pag. 430).

4. Ereditarietà di qualità acquisite. — Non essendo ancora appianata la disputa intorno a questa importante questione, dobbiamo accennare in quest'occasione, specialmente quali importanti ragioni vengano fornite per la sua decisione, e precisamente lo sviluppo degli istinti negli animali superiori, della parola e della ragione nell'uomo. « L'ereditarietà delle qualità acquisite nella vita individuale è una supposizione indispensabile della teoria monistica dell'evoluzione ». « Se questa si nega con Weisman e Galton, si esclude assolutamente l'azione trasformatrice dell'ambiente sulla forma organica » (*Antropogenia*, conf. XXIII; trad. italiana del Dott. Rosa; Unione Tip.-Editrice di Torino). Cf. inoltre gli scritti di Eimer, Weisman, Ray Lankester, ecc., là citati, come pure Ludwig Wilser, *L'ereditarietà dello spirito* (Heidelberg 1892).

5. Sistema teosofico della natura. — Fra tutti i tentativi più recenti della filosofia dualistica di dare allo studio della natura un fondamento teologico (e precisamente sulla base del monoteismo cristiano) l'*Essay on Classification* di Luigi Agassiz è di gran lunga il più importante, anzi l'unico degno di essere nominato. (Cf. su ciò la mia *Storia della creazione naturale*, conferenza III, come pure *I fini e le vie dell'odierna storia dell'evoluzione*, Jena 1875 (*Zeitschrift für Naturw.*, vol. X, Supplemento). Se or non è molto si è paragonato questa opera ingegnosa dell'erudito zoologo americano col miserabile lavoraccio del darwinista rinnegato Otto Hamann, si è fatto al primo un grave torto (vedi Annotazione 14).

6. Darwin e Copernico. — Sotto questo titolo il signor consigliere intimo Emilio du Bois-Reymond ha ristampato nel secondo volume dei suoi *Discorsi riuniti*, 1887, pagina 496, un'orazione ch'egli aveva tenuto il 25 gennaio 1883 nell'Accademia berlinese delle scienze. Avendo questo discorso, come l'oratore stesso dice in una nota (pag. 500), suscitato « molto immeritatamente » un gran rumore, ed avendogli attirato dei violenti attacchi da parte della stampa clericale, mi sarà permesso di far notare qui che lo stesso non contiene nessun pensiero nuovo. Perchè io stesso già quindici anni prima avevo svolto a fondo, il paragone fra Darwin e Copernico e dimostrati i meriti dei due eroi, per l'annientamento del concetto antropocentrico e geocentrico dell'universo, nelle mie conferenze « intorno all'origine ed all'albero genealogico del genere umano » (nella terza serie della raccolta di conferenze popolari scientifiche di Virchow e Holtzendorff, nn. 53 e 54, 1868, 4ª edizione, 1881). Se il signor Du Bois-Reymond dice: « Per me Darwin è il Copernico del mondo organico », io mi rallegro tanto più di vedere accettati da lui i miei pensieri (in parte colle stesse parole), in quanto egli stesso si mette inutilmente in opposizione a me. Lo stesso si dica della spiegazione delle « idee innate » per mezzo del Darwinismo che il signor Du Bois tenta nel suo discorso sui « pensieri di Leibnitz nella scienza naturale moderna » tenuto nel 1870 (*Discorsi riuniti*, vol. I). Anche qui le sue idee si accordano in modo rallegrante con quelle che io aveva svolte quattro anni prima nella mia *Morfologia generale*, vol. II, pag. 446 e nella *Storia della creazione naturale*, conferenza I, pag. 26; conferenza ultima, pag. 530, 1868. « Le leggi dell'eredità e dell'adattamento ci spiegano come le conoscenze *a priori* si sieno originariamente sviluppate da conoscenze *a posteriori*, ecc. ». Mi può solo lusingare di poter recentemente salutare nel famoso retore dell'Accademia di Berlino un amico e fautore della « storia della creazione naturale » che egli aveva designato prima un cattivo romanzo. Ma non si dovrebbe dimenticare perciò la sua parola alata, che gli alberi genealogici della filogenia, « hanno circa lo stesso valore, che agli occhi della critica storica hanno gli alberi genealogici degli eroi d'Omero » (*Darwin versus Galiani*, 1876).

7. La legge della conservazione della sostanza considerando rigorosamente appartiene ai « principii di fede naturalistici » e potrebbe essere il § 1° della nostra « religione monistica ». I fisici attuali considerano infatti in generale e con ragione la loro « legge della conservazione della forza » quale base incrollabile della loro conoscenza scientifica della natura (Roberto Mayer, Helmholtz); e così pure i chimici la legge fondamentale « della conservazione della materia » (Lavoisier). Solo

filosofi scettici potrebbero rilevare con risultato certe obbiezioni sia contro ciascuna di queste due leggi fondamentali, sia contro l'unione di tutte e due nella legge fondamentale suprema della « conservazione della sostanza ». In vero simili obbiezioni vengono ancora tentate continuamente da parte della filosofia dualistica, spesso sotto l'apparenza della critica prudente. Queste obbiezioni scettiche (in parte anche semplicemente dogmatiche) sembrano giustificate solo in quanto toccano il problema fondamentale della sostanza, il problema fondamentale dell' « unione della materia e della forza ». Se noi però riconosciamo quest'unico « confine della conoscenza della natura » ancora esistente, possiamo applicare affatto generalmente nei limiti di questo « la legge meccanica di causalità ». I complicatissimi cosidetti « processi psichici » (specialmente anche la coscienza) sono soggetti alla « legge della conservazione della sostanza » precisamente come i processi naturali meccanici più semplici quali oggetti della fisica e chimica inorganiche (Cfr. Annotazione 16).

8. Kant e il Monismo. — Riferendosi la nuova filosofia tedesca in grandissima parte a Emanuele Kant ed adorando in parte il grande filosofo di Königsberg in modo esagerato (perfino come infallibile), sia permesso di ricordare qua che il suo sistema della filosofia critica è un misto di monismo e dualismo. Di significato fondamentale saranno sempre i suoi principii critici della teoria della conoscenza, la dimostrazione che noi non possiamo conoscere la profonda e reale essenza della sostanza, la « cosa in sè » (o l' « unione della materia e della forza »); la nostra conoscenza resta di natura soggettiva; essa è condizionata dall'organizzazione del nostro cervello e dei nostri organi dei sensi, e può quindi comprendere solo il fenomeno, che l'esperienza ci trasmette dal mondo esterno. Ma entro questi « confini della conoscenza umana » è bene possibile una conoscenza monistica positiva della natura, in opposizione a tutte le fantasticherie dualistiche e metafisiche. Un tale grande fatto di riconoscimento monistico fu la cosmogonia meccanica di Kant e Laplace, il « tentativo dell'organizzazione e dell'origine meccanica di tutto l'edificio universale, trattato secondo i principii di Newton » (1755). In generale Kant conservò nel campo delle scienze naturali inorganiche il punto di vista monistico, dando valore unicamente al meccanismo nella spiegazione dei fenomeni. Nel campo delle scienze naturali organiche al contrario, egli lo riteneva giustificato bensì, ma non sufficiente; qua egli credeva di dover invocare necessariamente non solo le cause efficienti, ma anche le cause finali (Cfr. la V conferenza della mia *Storia della creazione naturale:* « Teoria dell'evoluzione di Kant e Lamark », cfr. inoltre Alberto Rau, *Kant e lo studio della natura. Un esame dei resultati del criticismo idealista per mezzo di quello realista. Kosmos*, vol. II, 1886). Così Kant giunse al piano inclinato della teologia dualistica, e più tardi alle sue insostenibili vedute metafisiche di « Dio, libertà e immortalità ». Probabilmente questi errori sarebbero stati evitati, se Kant avesse avuta una profonda cultura anatomo-fisiologica. È certo che allora le scienze naturali erano ancora nella culla. Io ho la ferma persuasione, che il sistema della filosofia critica di Kant, sarebbe stato ben diverso ed affatto monistico, se avesse potuto approfittare dei tesori impreveduti della conoscenza empirica, di cui oggi noi disponiamo.

9. L'etere universale. — In una geniale conferenza « intorno alle relazioni fra luce ed elettricità » tenuta da Enrico Hertz all'adunanza (62) di naturalisti e medici tedeschi a Heidelberg 1889, egli ha svolto l'importanza della sua splendida scoperta, così il campo dell'elettricità si estende su tutta la natura. Questo riguarda anche noi; noi sappiamo che abbiamo un organo elettrico, l'occhio. — Qua incontriamo il problema in generale delle azioni immediate in distanza. Esistono queste? In un'altra direzione troviamo il problema dell'essenza dell'elettricità. — Ed unito immediatamente a questo si solleva l'importante problema principale dell'essenza dell'etere, delle proprietà del mezzo che riempie lo spazio, della sua struttura, della sua quiete o del suo moto, della sua infinità o dei suoi limiti. Sempre più sembra che questo problema domini tutti gli altri, che la conoscenza dell'etere ci debba manifestare non solo l'essenza degli imponderabili d'una volta, ma anche l'essenza dell'antica materia stessa e delle sue qualità più interne, della gravità e dell'inerzia. — E la fisica odierna s'accosta alla questione, se per caso tutto, quello che è, non sia creato dall' « etere ». A questa questione rispondono affermativamente già alcuni filosofi monistici, così I. G. Vogt nella sua profonda opera intorno alla *Essenza dell'elettricità e del magnetismo sulla base di un concetto unitario della sostanza*, Lipsia 1891. Egli considera gli atomi di massa (o gli atomi primitivi del concetto cinetico della materia) come centri individualizzati di condensamento della sostanza continua che ininterrottamente riempie tutto lo spazio dell'universo: la parte mobile elastica di questa sostanza fra gli atomi ed in tutto lo spazio dell'universo è appunto l'etere. — A concetti simili era arrivato già prima in base a ricerche fisico-matematiche Giorgio Helm a Dresda; nel suo scritto « intorno la mediazione delle azioni in distanza per mezzo dell'etere » (*Annalen der Physick und Chemie*, vol. XIV, 1881) egli mostra « che per la spiegazione dell'azione in distanza e della radiazione

è necessaria l'ammissione di una materia sola, l'etere, vale a dire che per questi fenomeni, tutte le qualità che si possono attribuire ad una materia, sono senza influenza, ad eccezione di questa che la stessa si muova; o che nel concetto di etere non c'è bisogno di pensare ad altro che al « movibile ».

10. Atomi ed elementi. — Le ragioni numerose ed importanti che parlano in favore dell'ipotesi della natura composta dei nostri elementi empirici, sono stati trattati or non è molto da Gustavo Wendt, nel suo lavoro intorno l'*Evoluzione degli elementi, Abbozzo di una base biogenetica per la fisica e chimica*, Berlino 1891. — Cfr. anche Guglielmo Preyer, *Gli elementi organici e la loro posizione nel sistema*, Wiesbaden 1891; Vittorio Meyer, *Problemi chimici attuali*, Heidelberg 1890 e W. Crookes, *La genesi degli elementi*, Braunschweig 1888. Intorno ai varii modi di comprendere il concetto d'atomo, cfr. Filippo Spiller, *La teoria atomica nella forza primitiva nell'universo secondo la sua essenza e la sua azione in tutti i campi della natura*, Berlino 1886: I. Filosofia naturale; II. La teoria dell'etere universale; III. Il lato etico della considerazione della natura. — Intorno alla costruzione della massa dagli atomi, cfr. A. Turmer, *La forza e la materia nello spazio*, Lipsia 1886, 3ª edizione: I. Intorno la natura della materia e i suoi rapporti di relazione; II. Composizioni d'atomi; III. La natura delle molecole e la loro unione. Teoria della cristallizzazione.

11. La sostanza universale. — I rapporti dei due componenti originarii del cosmo, etere e massa, si possono forse rendere intanto alquanto evidenti coll'antitesi seguente (secondo una delle molte ipotesi):

Universo (Sostanza = Cosmo).

Etere universale (= « spirito »), (= sostanza mobile o attiva).	Massa universale (= « corpo »), (= sostanza inerte o passiva).
Capacità vibratoria.	*Forza d'inerzia.*
Funzioni principali: Elettricità, magnetismo, luce, calore.	Funzioni principali: Gravità, inerzia, affinità elettiva chimica.
Struttura: Dinamica; sostanza continua elastica non composta da atomi (?).	Struttura: atomica; sostanza discontinua non elastica, composta d'atomi (!).
Teosoficamente: « Dio creatore » (sempre in movimento).	Teosoficamente: « universo creato » (formato in quiete).
« Azione dello spazio universale ».	« Opera della condensazione dello spazio ».

12. Teoria dell'evoluzione universale. — Il significato fondamentale della teoria moderna della evoluzione e della filosofia monistica che vi si fonda, è chiaramente manifesto per il continuo aumento della sua ricca letteratura. — Gli scritti più importanti in proposito li ho citati nella nuova edizione della mia *Storia della creazione naturale*, 1889. Cfr. specialmente Carus Sterne (Ernesto Krause), *Divenire e distruggersi*, una storia dell'evoluzione di tutta la natura, trattata popolarmente, 3ª edizione, con 500 incisioni, Berlino 1886. Cfr. inoltre Ugo Spitzer, *Contributo alla teoria della discendenza ed alla metodologia nelle scienze naturali*, Graz 1886. — Alberto Rau, *La filosofia dello studio della natura di Luigi Feuerbach e la critica filosofica attuale*, Lipsia 1882. — Ermanno Wolff, *Kosmos. L'evoluzione universale secondo i principii monistico-psicologici sulla base dello studio esatto della natura*, Lipsia 1890.

13. Storia della stirpe. — Concetto e còmpito della filogenia o storia della stirpe, ho definito io dapprima nel 1866 nel sesto libro della mia *Morfologia generale*, vol. II, pagg. 301-422. — Il suo contenuto principale, come pure i suoi rapporti con l'ontogenia o storia dell'embrione, sviluppa in forma popolare la parte II della mia *Storia della creazione naturale*, 8ª ediz. 1889. L'applicazione speciale all'uomo d'ambedue i rami della storia dell'evoluzione, è tentata dalla mia *Antropogenia* (Lipsia 1874, 4ª ediz. rifatta ed accresciuta, 1891. Traduzione italiana del dott. Daniele Rosa, Unione Tip.-Editrice di Torino, 1894; parte I « Ontogenia », parte II « Filogenia »).

14. Oppositori della teoria della discendenza. — Dalla morte di Luigi Agassiz (1873) si considera quale unico oppositore, degno di nota, del darwinismo e della teoria della discendenza, Rodolfo Virchow; in ogni occasione (e così anche ora è poco a Mosca) egli li ha combattuti come « ipotesi non dimostrate ». Cfr. a proposito il mio scritto intorno alla *Libera scienza e libero insegnamento*. Una risposta al discorso di Monaco di Rodolfo Virchow sulla « libertà della scienza nello stato moderno » (Stuttgart 1878). Negli ultimi tempi si è associato inaspettatamente all'illustre patologo un compagno non chiamato, il dott. Otto Hamann, già libero docente a Göttingen. La sua pretesa confutazione delle vedute oggi generalmente accettate è intitolata: *Teoria dell'evoluzione e darwinismo*,

esposizione critica della moderna teoria dell'evoluzione, e dei tentativi di spiegarla, con speciale riguardo alla posizione dell'uomo nella natura (Jena 1892). Quello che Luigi Agassiz aveva tentato invano 25 anni or sono con molto acume e ricche cognizioni, lo tenta ora Otto Hamann con molto poco acume e con insufficienti cognizioni. Io conosco molto bene l'autore essendo egli da 13 anni mio allievo speciale, ed essendo stato mio assistente per diversi anni e posso affermare che egli sostenne sempre la teoria dell'evoluzione con zelo entusiastico. La perdita della cattedra di filogenia in Jena, a cui aspirava, lo mosse a tentare la sua fortuna colla parte avversaria. Egli passò improvvisamente nel campo del misticismo ortodosso e combatte la filogenia da lui sino allora sostenuta ed il darwinismo come le eresie più pericolose. Non vale la pena di confutare tutti gli svisamenti dei fatti nel libro di Hamann, perchè l'autore stesso non ci crede. Ai colleghi zoologi questo stato di cose è tanto noto che non ho bisogno di perdervi oltre neppure una parola. Non si deve, come è stato fatto recentemente, porre Hamann accanto a Virchow.

Per quanto si deplori la lotta di Virchow contro il darwinismo, si deve pure ammettere che essa si fondi su questo convincimento, mentre per Hamann il caso è contrario.

15. Psicologia cellulare. — Cfr. in proposito il mio lavoro *Sull'anima delle cellule e cellule dell'anima* nella *Deutsche Rundschau*, fascicolo di luglio, 1878, ristampata nel 1° fascicolo della mia *Raccolta di conferenze popolari*; inoltre, *L'anima delle cellule e psicologia cellulare*, nel mio scritto intorno alla « libera scienza e libero insegnamento », Stuttgart 1878, pag. 83; *Storia della creazione naturale* (8ª edizione), e *Antropogenia* (4ª edizione). Cfr. inoltre Max Verworn, *Studii psico-fisiologici sui protisti*, Jena 1889; Paolo Carus, *L'anima dell'uomo, un'investigazione dei fatti della psicologia fisiologica e sperimentale*, Chicago 1891. Fra i tentativi più recenti di riformare la psicologia in senso monistico sulla base della teoria dell'evoluzione, si deve notare specialmente: Giorgio Enrico Schneider, *La volontà degli animali, esposizione sistematica e spiegazione degli istinti animali e della loro origine, sviluppo ed estensione nel regno animale, quale base di una teoria comparata della volontà*, Lipsia 1880. Cfr. anche l'opera complementare dello stesso: *La volontà umana, dal punto di vista della teoria moderna dell'evoluzione*, 1882. Cfr. inoltre la *Psicologia* di Erberto Spencer e la nuova edizione di Guglielmo Wundt, *L'anima dell'uomo e degli animali*, Lipsia 1892.

16. La coscienza. — Ancora sempre in numerosi scritti si mantiene la vecchia idea di Du Bois-Reymond (1871) che la coscienza umana sia da per sè un « enigma universale » insolubile, un fenomeno trascendentale, che stia in fondamentale antitesi a tutti gli altri fenomeni della natura. Proprio su queste vedute il dualismo fonda la sua asserzione, che l'uomo sia un essere affatto speciale e che la sua anima personale sia immortale. — Appunto per questo il discorso di Lipsia dell' « *ignorabimus* » di Du Bois-Reymond, viene invocato da vent'anni da tutti i sostenitori delle vedute mitologiche dell'universo, in appoggio delle stesse, e proclamato quale confutazione del « dogma monistico ». — La parola finale « *ignorabimus* » fu cambiata dal futuro in presente, e questo « *ignoramus* » vuol dire che « non sappiamo nulla in generale » ed ancora peggio, che « noi in generale non veniamo in chiaro di nulla e che ogni altra discussione resta oziosa ». Certo il famoso discorso dell' « *ignorabimus* » resta una significantissima opera d'arte retorica; esso è una « bella predica » di grande perfezione. di forma e con rapido mutarsi d'immagini di filosofia naturale. — Ma è noto che la maggioranza (e specialmente il « bel sesso ») giudica una « bella predica », non dalle idee che veramente contiene, ma dal suo valore estetico di divertimento. Mentre Du Bois diverte esaurientemente il suo uditorio colle incredibili produzioni dello spirito di Laplace egli sorpassa alla fine la parte più importante del suo tema in undici brevi righe, e non tenta neppure la risposta alla sua domanda principale, se l'universo sia veramente « doppiamente incomprensibile ». Al contrario io ho tentato più volte di dimostrare che i due limiti della conoscenza della natura sono in realtà gli stessi; il fatto della coscienza e i suoi rapporti col cervello, non ci sono nè più nè meno enigmatici dei fatti della vista e dell'udito, che il fatto della gravitazione, che l'unione della materia e della forza (Confrontare il mio scritto sulla *Libera scienza e libero insegnamento*, Stuttgart 1878, pagg. 78, 82, ecc.).

17. Immortalità. — Forse in nessun principio di fede della Chiesa è tanto manifesta l'immagine grossolanamente materiale del dogma cristiano, quanto nella veneratissima dottrina della « immortalità personale » e della « risurrezione della carne » che vi va unita. Molto bene osserva a questo proposito Savage nella sua egregia opera sulla *Religione nella luce della teoria Darwiniana*, « una delle accuse che la Chiesa muove alla scienza si è che quest'ultima sia materialista. — Io vorrei incidentalmente richiamare l'attenzione sul fatto che tutti i concetti della Chiesa sulla vita futura sono sempre stati, e lo sono ancora, il più pretto materialismo. Il corpo materiale deve risorgere ed

abitare in un cielo materiale ». Cfr. in proposito anche Luigi Büchner, *La vita futura e la scienza moderna*, Lipsia 1889; Lester Ward, *Cause della credenza dell'immortalità* (*The Forum*, vol. VIII, sett. 1889); Paolo Carus, *L'anima dell'uomo. Un esame dei fatti della psicologia fisiologica e sperimentale*, Chicago 1891. Carus cita molto a proposito le idee antiche e moderne sulla luce e sull'anima. Come prima si spiegava la fiamma luminosa con un corpo speciale, il flogisto, così si spiegava l'anima pensante con una speciale sostanza gassosa dell'anima. Ora noi sappiamo che la luce della fiamma è una somma di vibrazioni elettriche dell'etere, e l'anima una somma dei movimenti plasmatici delle cellule gangliari. Di fronte a questi concetti scientifici, la dottrina della immortalità della psicologia scolastica possiede ad un dipresso il valore stesso che possiedono le immagini materiali dei Pellirossi sulla vita futura, che Schiller esprime nella lamentazione mortuaria nadonessica.

18. **Papismo.** — Fra i fatti del secolo decimonono più meravigliosi e più vergognosi per la ragione umana si è l'influenza permanente di quella potente gerarchia del Vaticano che noi chiamiamo brevemente papismo. È noto che questa caricatura moderna della religione cattolica è in aperto contrasto colla sua pura forma originaria. I voti della rinunzia e dell'amore del prossimo, della povertà e della castità, sono da gran tempo cambiati nel loro opposto. Le benedizioni etiche del cristianesimo puro, la cui unica base salda consiste nell'evangelo del Nuovo Testamento, sono diventate le maledizioni dei popoli civili per opera del papismo. Niente è più vergognoso per il neofondato impero tedesco che il vedere che una minoranza del centro ultramontano abbia acquistata già 20 anni dopo la fondazione di quello, un'influenza decisiva sulla sua sorte. La religione serve anche qua come manto per coprire scopi politici; ma per la perfezione dell'organizzazione gerarchica e per l'irragionevolezza delle masse ciecamente ubbidienti, oggi stesso il papismo diventa una potenza terribile.

19. **Etica monistica.** — Ogni etica, tanto la morale teoretica quanto quella pratica, è come « scienza di norma » in stretto legame col concetto dell'universo e quindi anche colla religione. — Questo principio fondamentale credo sia molto importante e l'ho sostenuto anche recentemente trattando dell' « etica e concetto dell'universo », in opposizione alla « Società tedesca per la coltura etica » fondata testè a Berlino; quest'ultima vuole insegnare e far progredire l'etica senza toccare i concetti dell'universo e la religione (Cfr. in proposito il nuovo periodico settimanale: *L'Avvenire*, pubblicato da Massimiliano Harden, Berlino 1892, nn. 5-7). Come io riconosco ragionevole solo la base monistica per tutta la scienza, così pretendo lo stesso anche per l'etica. Cfr. in proposito anzitutto gli scritti etici di Erberto Spencer e B. von Carneri, specialmente il suo ultimo ed eccellente scritto, *L'uomo moderno*, Bonn 1891; *Costumatezza e darwinismo*, 1871; *Evoluzione e felicità*, 1886. Cfr. inoltre Guglielmo Strecker, *Universo e umanità*, Lipsia 1892; Harald Höffding, *La base dell'etica umana*, 1880; come pure l'ultima grande opera di Guglielmo Wundt, *Etica, ricerca dei fatti e delle leggi della vita morale*, 2ª ediz., Stuttgart 1892.

20. **Omoteismo.** — Tutte le varie concezioni delle credenze religiose che attribuiscono al Dio personale delle qualità puramente umane, si possono unire colla designazione di omoteismo (o antropoteismo). Per quanto anche queste concezioni antropomorfe sieno diverse nelle religioni dualistiche e pluralistiche, pure tutte hanno comune l'indecoroso concetto che Dio (*theos*) sia somigliante all'uomo (*homo*) ed organizzato similmente a questo (omotipo). Nel campo della fantasia tali personificazioni sono ricercate e permesse. Nel campo della scienza non sono affatto tollerabili; esse sono doppiamente da respingersi dopo che noi sappiamo che l'uomo si è evoluto nella tarda età terziaria da mammiferi pitecoidi. — Ogni dogma religioso che rappresenta Dio come uno « spirito in forma umana », abbassa il medesimo ad un « vertebrato allo stato gassoso » (*Morfologia generale*, 1866, cap. 30, *Dio nella natura*). Il concetto « omoteismo » ha un doppio senso ed etimologicamente non è privo di mende, ma è più pratico che l'espressione strascicante di « antropoteismo ».

21. **Religione monistica.** — Fra i numerosi tentativi, fatti nel corso degli ultimi 20 anni, di riformare la religione in senso monistico sulla base della progredita conoscenza della natura, è senza dubbio il più importante l'opera classica di David Federigo Strauss, *La vecchia e la nuova fede. Una confessione*, 11ª edizione, Bonn 1881 (opere complete 12 volumi 1878). Cfr. inoltre M. J. Savage, *La religione nella luce della teoria darwiniana*. — John William Draper, *Storia dei conflitti fra religione e scienza*, Lipsia 1875; Carlo Federigo Retzer, *Il concetto scientifico dell'universo ed i suoi ideali, un compenso per il dogma religioso*, Lipsia 1890; R. Koch, *Lo spirito della natura e dell'uomo nella luce della teoria dell'evoluzione*, Berlino 1891; *Intorno alla filogenia della religione*, cfr. l'opera interessante di U. van Ende, *Storia naturale della fede*, Parigi 1887.

22. Il libero insegnamento. — Il giubileo della Società di naturalisti delle terre dell'est fu festeggiato ad Altenburg il 9 ottobre 1892, mentre contemporaneamente la coppia granducale cominciava a Weimar le splendide feste per le sue nozze d'oro. Rare, come queste feste, sono anche le qualità di quest'alta coppia principesca. Il granduca Carlo Alessandro durante il suo felice regno per quarant'anni s'è mostrato eminente promotore della scienza e dell'arte; come rettore magnificentissimo della nostra Università Turingica di Jena egli ne ha coperto della sua protezione il sommo Palladio, il diritto della libera ricerca del vero e del libero insegnamento del vero. La granduchessa Sofia, l'erede e custode dell'archivio di Goethe, ha dato un degno ricetto a Weimar al prezioso lascito del periodo più splendido della nostra letteratura, ed ha fatto nuovamente accessibili alla nazione tedesca gli ideali tesori di pensiero dei suoi più grandi eroi dello spirito. La storia della civiltà non dimenticherà mai i meriti della nobile coppia principesca tedesca, che in tal guisa essa si è procurata per l'evoluzione superiore dello spirito umano ed insieme quindi anche della vera religione.



